

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Electromécanique

MÉMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique

Par :

- **Seddiki haithem**
- **Allili bilal**
- **Kherfi baha eddine**
- **Saad djerrar saber**

Titre

Développement d'un groupe électrogène alimenté par le gaz de ville

Soutenu publiquement, le 01 / 07 / 2024.

Devant le jury composé de :

Dr.Zaoui fares	MCB	Univ-BBA	Président
Dr.Khanfer Riad	MCA	Univ-BBA	Examineur
Dr.Bennia Abderrazak	MCA	Univ-BBA	Encadrant
Dr.Reffas Abderrahim	MCA	Univ-BBA	Co-Encadrant

Année Universitaire 2023/2024

Remercîment

*Dans le cadre de ce travail, nous remercions Dieu Tout Puissant qui nous a permis de réaliser ce mémoire et de le compléter. Nous remercions également le Professeur **BENNIA Abderezak** qui nous a apporté tout son soutien pour mener à bien ce travail sans oublier le Professeur **Reffas Abderrahim** et les membres du jury et nous remercions également tous les professeurs qui nous ont soutenus tout au long de ce travail notre parcours en trois études.*

Dédicace

Nous dédions ce travail aux deux personnes les plus chères au monde qui sont nos parents, que Dieu les préserve, et à nos frères et sœurs, et à tous nos amis proches et camarades de classe.



Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié théoriquement et expérimentalement la manière de développer un générateur électrique fonctionnant au gaz de ville. L'objectif de ce travail était de mettre en lumière l'utilisation du gaz de ville pour la production d'électricité et donc une nouvelle source d'énergie fiable en cas de coupures de courant. Après que le générateur électrique a fonctionné à l'essence, nous avons apporté des modifications au niveau mécanique du générateur électrique pour qu'il fonctionne au gaz de ville. Nous avons ensuite pu mener différentes expériences sur le générateur électrique liées à la charge et à l'efficacité de fonctionnement en utilisant divers types de carburant.

Les résultats expérimentaux de ce travail ont montré le haut degré d'efficacité de l'utilisation du gaz naturel en tant que carburant de base pour l'entraînement du générateur sur les plans environnemental, économique et énergétique.

Aspect

in this work, we have theoretically and experimentally studied the development of an electric generator running on city gas. The objective of this work was to highlight the use of city gas for electricity production and therefore a new reliable energy source in the event of power cuts. After the electric generator ran on gasoline, we made mechanical modifications to the electric generator to run on city gas. We were then able to conduct various experiments on the electric generator related to load and operating efficiency using various types of fuels.

The experimental results of this work showed the high degree of efficiency of using natural gas as the basic fuel for driving the generator environmentally, economically and energetically.

ملخص

في هذا العمل قمنا بدراسة نظرية وتجريبية عن كيفية تطوير مولد كهربائي يعمل على غاز المدينة، الهدف من هذا العمل هو تسليط الضوء على استخدام غاز المدينة في إنتاج الكهرباء وبالتالي مصدر طاقي جديد يمكن الاعتماد عليه في حالات انقطاع التيار. بعدما كان المولد الكهربائي يعمل بالبنزين قمنا بتغييرات على مستوى الجانب الميكانيكي للمولد الكهربائي حتى أصبح يعمل بغاز المدينة تمكنا بعدها من القيام بتجارب مختلفة على المولد الكهربائي تتعلق بالحمل والكفاءة في الأداء باستخدام أنواع مختلفة من الوقود.

بينت النتائج التجريبية لهذا العمل مدى الكفاءة العالية لاستخدام الغاز الطبيعي كوقود أساسي لتشغيل المولد من الناحية البيئية والاقتصادية والطاقوية.

Table de matière

Remercîment	
Dédicace	
Résumé	I
Aspect.....	I
ملخص.....	I
Table de matière	II
Symboles	II
I. Introduction générale	1

Chapitre I : Notions de base sur les groupes électrogènes

I.1 Introduction.....	3
I.2 Histoire.....	3
I.3 Groupe électrogène	4
I.5 Types et caractéristiques de groupe électrogène.....	4
I.5.1 Générateur DC	5
I.5.1.1 Composants de générateur DC.....	5
I.5.2 Générateur AC	6
I.5.2.1 Composants du générateur AC	6
I.5.3 Générateurs synchrones	7
I.5.4 Générateur Asynchrone.....	7
I.6 Groupes électrogène diesel	8
I.7 Développements des générateurs électriques.....	9
I.7.1 Générateurs d'éoliennes à haut rendement	9
I.7.2 Générateurs solaires photovoltaïques avancés	9
I.7.3 Générateurs nucléaires de quatrième génération	10
I.7.4 Systèmes avancés de stockage d'énergie	10
I.7.5 Systèmes de stockage d'énergie à air comprimé	10
I.7.6 Technologies d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique.....	10
I.7.7 Générateurs d'hydrogène.....	10
I.7.8 Générateurs géothermiques avancés	10
I.7.9 Générateurs de vagues	10
I.7.10 Générateurs marémoteurs	10
I.7.11 Réseaux énergétiques intelligents	11

I.8 Conclusion	11
Chapitre II : Partie mécanique et la partie électrique du groupe électrogène	
II.1 Introduction	13
II.2 Synoptique du procès de conversion d'énergie par un groupe électrogène.....	13
II.3 Structure de groupe électrogène	13
II.4 Partie mécanique.....	14
II.4.1 Moteur thermique	14
II.4.1.2 Principe de fonctionnement	14
II.4.1.3 Explication du moteur thermique à 2 temps	14
II.4.1.3.1 Cycle d'un moteur 2 temps se décompose comme suit.....	15
II.4.1.3.1.A Les différentes étapes du cycle deux temps :	15
II.4.2 Système de démarrage	15
II.4.2.1 Démarrage manuel.....	16
II.4.2.2 Démarrage électrique.....	16
II.4.2.2.A Phase d'appel	17
II.4.2.2.B Phase d'arrêt.....	18
II.4.2.3 Démarrage pneumatique	18
II.4.2.4 Démarrage automatique.....	18
II.4.3 Circuit de lubrification.....	18
II.4.3.1 Principe de fonctionnement	18
II.4.4 Circuit d'alimentation en combustible :	19
II.5 Partie électrique :	20
II.5.1 Alternateur	20
II.5.1.1 Stator.....	20
II.5.1.2 Rotor	21
II.5.1.2.A Rotor à pôles lisses	21
II.5.1.2.B Rotor à pôles saillants	21
II.5.1.2.C Rotor à aimant permanent.....	22
II.6 Partie commande	22
II.6.1 Utilisation d'un groupe électrogène comme source principale d'énergie	23
II.6.2 Utilisation du groupe électrogène comme source d'appoint	23
II.6.3 Utiliser le groupe électrogène comme source d'alimentation de secours	23
II.7 Batterie.....	24
II.8 Système de charge de batterie.....	24
II.9 Protections du groupe électrogène.....	24
II.9.1 Protection des alternateurs.....	24

II.10 Conclusion	25
------------------------	----

Chapitre III : Étude et analyse des performances d'un groupe électrogène alimenté par différents carburants.

III.1 Introduction	27
III.2 Dispositif expérimental	27
III.3 Résultats et discussion.....	29
III.3.1 Temps de fonctionnement par litre à vide et en charge :.....	29
III.3.2 Temps de fonctionnement à vide pour un coût correspondant à 50 DA :.....	30
III.3.3 Temps de fonctionnement en charge pour un coût correspondant à 50 DA :.....	31
III.3.4 Energie électrique maximale produite par 50 DA:.....	32
III.3.5 Comparaison entre le coût de l'énergie produite par le groupe électrogène et celui fourni par Sonelgaz :.....	33
III.4 Conclusion :.....	36
Conclusion général.....	39
Références bibliographiques :.....	41

Liste des figure

Figure 1: Michael Faraday.....	4
Figure I.2. Constitution d'un groupe électrogène [3].	4
Figure I.3 Conception du générateur DC.....	5
Figure I.4 : Composants du générateur AC	6
Figure I.5 Générateurs électrique à turbine à gaz	7
Figure I.6 Le générateur asynchrone électrique.....	8
Figure I.7 groupes électrogène diesel	8
Figure I.8 groupes électrogène à essence	9
Figure II. 1: Moteur thermique à 2 temps.....	15
Figure II. 2: Lanceur groupe électrogène.	16
Figure II. 3: Démarreur du moteur thermique.	17
Figure II. 4: Schéma de la phase d'appel.....	17
Figure II. 6: Circuit de lubrification.	19
Figure II. 7: Stator d'un alternateur triphasé	21
Figure II.8: Rotor à pôles lisses.	21
Figure II.9: Rotor à pôles saillant.	22

Figure II.10: Rotor à aimant permanent.	22
Figure II. 11: Schéma de principe d'un alimentation secours.	24
Figure III. 1 : Carburateur.....	28
Figure III. 2 : Temps de fonctionnement à vide pour un coût correspondant à 50 DA	30
Figure III.3: Temps de fonctionnement en charge (1600 W) pour un coût correspondant à 50 DA	31
Figure III. 4 : Temps de fonctionnement en charge (600 W) pour un coût correspondant à 50 DA	31
Figure III. 5 : Energie électrique maximale produite par 50 DA.....	32
Figure III. 6 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en première tranche.....	33
Figure III. 7 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant	34
Figure III. 8 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en troisième tranche.....	34
Figure III. 9 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en quatrième tranche.....	35
Figure III. 10 : le nombre d'émissions de CO ₂ émises.....	36

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Circuit de lubrification.....	19
Tableau III.1 : caractéristiques du groupe électrogène utilisé.....	28

Symboles

Symboles	Désignation
AC	alternatif Courant
DC	Direct courant
ch.	cheval
VA	Volts-ampères
KVa	kilovilts
MVA	Méga voltampère
Yield	Retoue sur investissement
LOT	L'internet des objets
IA	L'intelligence artificielle

Introduction générale

I. Introduction générale

Les groupes électrogènes jouent un rôle crucial dans divers secteurs où un approvisionnement fiable en électricité est essentiel. Leur utilisation est essentielle pour garantir la continuité des opérations dans les hôpitaux, les centres de données, les industries et même dans les zones rurales où l'accès au réseau électrique est limité. Toutefois, leur fonctionnement traditionnel à base de diesel pose des défis en termes d'impact environnemental, de coûts et de durabilité à long terme.

Dans ce contexte, l'intégration de carburants alternatifs tels que le gaz naturel dans les groupes électrogènes représente une solution prometteuse. Le gaz naturel offre plusieurs avantages significatifs : il est généralement plus propre que le diesel en termes d'émissions de polluants atmosphériques comme les particules fines et les oxydes d'azote. De plus, il est souvent plus économique et son approvisionnement est plus stable dans de nombreuses régions du monde.

Cette transition vers le gaz naturel nécessite cependant une compréhension approfondie des implications techniques, économiques et environnementales. En explorant cette évolution vers des carburants plus durables, les entreprises et les infrastructures peuvent non seulement réduire leur empreinte carbone, mais aussi améliorer leur résilience opérationnelle et leur rentabilité à long terme. Ainsi, l'adoption de nouvelles technologies et de pratiques énergétiques plus responsables dans le domaine des groupes électrogènes devient non seulement bénéfique mais également nécessaire pour répondre aux défis actuels et futurs en matière d'énergie. Pour ce faire, nous tentons dans ce travail d'effectuer une étude comparative sur l'efficacité et le coût économique de différents carburants utilisés pour alimenter un groupe électrogène. Notre étude sera structurée en trois chapitres :

Le premier chapitre présente une introduction approfondie sur le générateur électrique.

Le deuxième chapitre examine en détail les composants mécaniques et électriques du générateur électrique, en incluant une analyse des éléments clés qui contribuent à son fonctionnement.

Le troisième chapitre se concentre sur les résultats et l'analyse des performances du générateur électrique, incluant une étude numérique et expérimentale de la configuration de la génératrice dans diverses conditions de fonctionnement.

Chapitre I

Notions de base sur les groupes électrogènes

Chapitre I : Notions de base sur les groupes électrogènes**I.1 Introduction**

Le générateur électrique est la principale source d'énergie électrique, qu'il s'agisse de courant alternatif ou de courant continu, et de nos jours, principalement pour obtenir de l'énergie AC, car il convertit l'énergie mécanique ou cinétique dont il dispose à partir de diverses sources d'énergie électrique. Le générateur électrique peut être tourné, c'est-à-dire alimenté de l'énergie cinétique de l'utilisation directe de l'énergie des gaz ou des dérivés liquides du pétrole (diesel et essence) sans avoir besoin d'une turbine à vapeur. Cela se fait à l'aide de turbines à gaz et de moteurs à combustion interne pour entraîner les générateurs. Le générateur électrique peut également fonctionner avec l'énergie de l'eau qui l'atteint à partir des sources d'eau à travers la turbine hydraulique et elle s'est convertie en énergie électrique [1].

I.2 Histoire

L'idée d'inventer le générateur électrique remonte aux débuts du XIXe siècle, lorsque le scientifique anglais Michael Faraday et d'autres ont observé que le déplacement d'un support métallique sous l'influence d'un champ magnétique conduit à la génération d'électricité dans ce convoyeur. Le premier à incarner cette idée a été le scientifique et inventeur français Hippolyte Pixii, lorsqu'en 1832, il a inventé le premier générateur électromagnétique rotatif à courant continu. Ce générateur se compose d'un aimant de repliement permanent qui tourne manuellement, et d'une bobine montée sur des électrodes fixes en fer magnétique doux, et l'extrémité de la bobine était connectée à un collecteur en forme d'anneau de cuivre, et lorsque l'aimant tournait manuellement, ce générateur émettait une série d'étincelles électriques dans l'accumulateur. En 1850, Frederick Hill Frederick Hale Holmes pour créer le premier générateur à courant continu de 2,5 ch utilisé pour l'éclairage de la maison. Les premiers modèles de générateurs étaient ceux créés par Holmes mis en rotation par des machines à vapeur avec des vitesses ne dépassant pas 60 tr/min et une capacité de trois chevaux maximum. Grâce à l'invention du générateur électrique qui utilise l'électroaimant a été utilisé par le scientifique William Siemens, qui a fait ses preuves depuis 1867. Il ne s'agit pas nécessairement de l'utilisation d'un aimant permanent pour convertir l'énergie cinétique en électricité. Le développement des générateurs électriques s'est poursuivi par la suite et l'alternateur a été inventé grâce aux efforts d'un groupe de scientifiques, dont le plus important est celui du scientifique Clerk Maxwell, qui a fondé la théorie du champ électromagnétique variable [2].



Figure 1: Michael Faraday [2].

I.3 Groupe électrogène

Un groupe électrogène est une machine indépendante qui peut générer de l'électricité. Celui-ci est composé d'un moteur thermique qui entraîne un alternateur ou une génératrice et d'un module de commande. Selon la puissance, la puissance d'un groupe électrogène est représentée en VA, kVa ou MVA. La taille et le poids des groupes électrogènes varient, allant de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. Les plus puissantes unités sont alimentées par des turbines à gaz ou des moteurs diesel de grande puissance. Le groupe électrogène est une source autonome d'énergie électrique [3].

I.4 Constitution d'un groupe électrogène

Le schéma descriptif d'un groupe électrogène est présenté dans la figure 2.



Figure I.2. Constitution d'un groupe électrogène [3].

I.5 Types et caractéristiques de groupe électrogène

Il existe de nombreux types de groupe électrogène adaptés à différentes applications. Ils sont très utiles car ils fournissent de l'électricité aux appareils électriques lors d'une panne de courant et sont disponibles dans plusieurs configurations physiques et électriques. Ils convertissent l'énergie mécanique en énergie électrique et, en fonction du rendement, il est classé

en deux types : alternatif et continu. Nous prenons en détails, dans la présente étude, la définition de chaque type, son principe de fonctionnement et sa structure [4].

I.5.1 Générateur DC

Un générateur de courant continu (DC) est un dispositif électrique qui transforme l'énergie mécanique en électricité. En réduisant le flux magnétique du conducteur, une force électromotrice est générée en utilisant le principe de l'induction électromagnétique des lois de Faraday, ce qui entraîne la circulation d'un courant lorsque le circuit conducteur est fermé. [5]

I.5.1.1 Composants de générateur DC

Un générateur DC se compose des éléments suivants :

-Stator : Les champs magnétiques dans lesquels la bobine tourne sont fournis par le stator, qui est composé de deux aimants aux pôles opposés qui se rejoignent pour s'adapter à la zone du rotor.

-Rotor : Il est composé de bandes de fer fendues avec des fentes empilées pour constituer le noyau cylindrique du moteur, ce qui permet de diminuer les pertes par courants de Foucault.

-Enroulements d'induit : Ils sont constitués d'un circuit fermé et sont reliés en série et en parallèle afin d'augmenter le courant total généré.

-Pôles : Ces enroulements sont enroulés sur des pôles connectés en série ou en parallèle via les enroulements d'induit.

-Patin polaire : utilisé pour répartir le flux magnétique afin d'éviter la chute de la bobine de champ.

-Onduleur : L'onduleur fonctionne comme un redresseur qui change la tension alternative en tension continue à l'intérieur de la bobine d'induit. Il est conçu avec une pièce de cuivre, et chaque pièce de cuivre est protégée les unes des autres à l'aide des feuilles de mica. Il est situé sur l'arbre de l'appareil.

-Balais : Pour assurer les connexions électriques entre le collecteur et le circuit de charge externe.

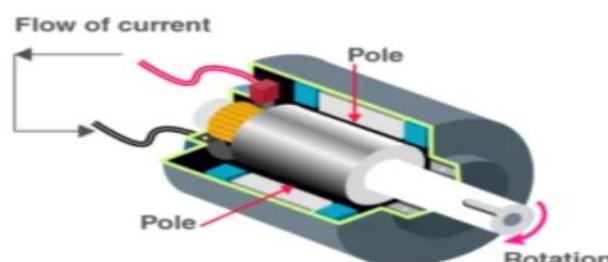


Figure I.3 Conception du générateur DC [5].

Les générateurs DC se caractérisent par leur simplicité de conception et leur capacité à produire un courant électrique stable. De plus, leur faible coût et leur haute efficacité en font un choix populaire dans de nombreuses applications [5].

I.5.2 Générateur AC

Un générateur AC est un appareil qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique. Son apport est donc l'énergie mécanique provenant des turbines à vapeur, des turbines à gaz et des moteurs à combustion. Alors que sa production est de l'énergie électrique alternative sous forme de tension et de courant alternatif [5].

I.5.2.1 Composants du générateur AC

Il se compose des parties suivantes :

-Champ : constitué de bobines de conducteurs qui reçoivent la tension de la source et dégagent un flux magnétique. Ensuite, le flux magnétique dans le champ interrompt l'induit pour produire une tension qui est la tension du générateur de courant alternatif.

-Moteur : C'est la pièce qui produit la tension. Elle est constituée de bobines de fil suffisamment grosses pour transporter le courant à pleine charge du générateur.

-Moteur principal : composant utilisé pour entraîner un alternateur. Il peut s'agir d'un moteur diesel, d'une turbine à vapeur ou d'un moteur.

-Rotor : Le composant rotatif du générateur est appelé moteur principal du générateur.

-Stator : Son noyau est en acier allié ou en fer magnétique pour réduire les pertes par courants de Foucault.

-Bagues collectrices : Ce sont des connexions électriques utilisées pour transférer l'énergie d'avant en arrière du rotor d'un alternateur, conçues pour conduire le flux de courant d'un appareil fixe vers un appareil rotatif.

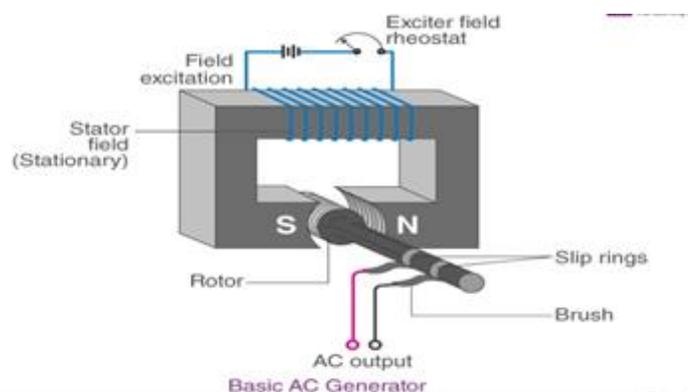


Figure I.4 : Composants du générateur AC [5].

Les caractéristiques des générateurs AC et peuvent fournir de grandes quantités d'énergie électrique. De plus, le courant alternatif est la forme d'électricité utilisée dans la plupart des

réseaux électriques mondiaux, ce qui rend ces générateurs indispensables pour l'approvisionnement électrique à grande échelle [5].

I.5.3 Générateurs électrique synchrones

L'alternateur ou générateur synchrone est un générateur d'électricité utilisé pour générer de l'électricité à partir des sources d'énergie mécanique. Il produit du courant alternatif (CA) et se retrouve fréquemment dans les installations électriques. Voici quelques exemples de générateurs synchrones [6] :

- Générateurs à turbine à vapeur
- Générateurs hydroélectriques
- Générateurs à turbine à gaz

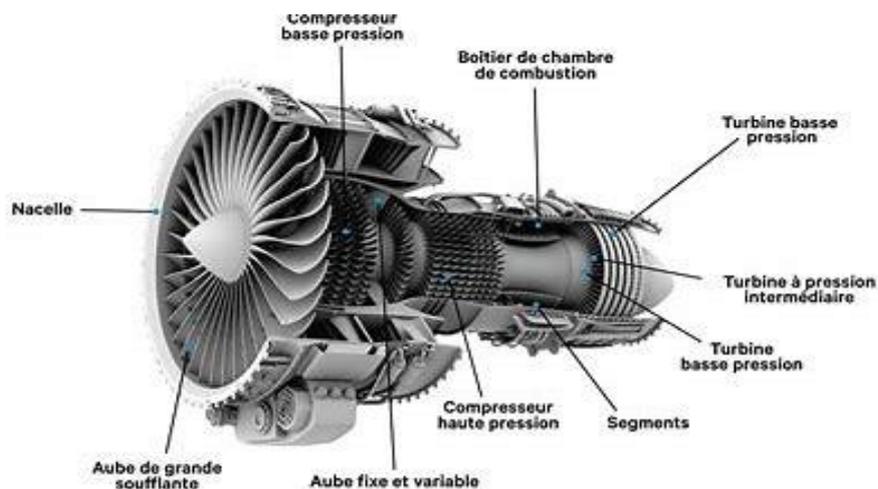


Figure I.5 Générateurs électrique à turbine à gaz [6].

L'une des caractéristiques les plus remarquables des générateurs synchrones est leur capacité à générer une puissance réactive contrôlable. Cela signifie qu'ils peuvent fournir de l'énergie au réseau électrique sous forme de puissance active (utilisable) et sous forme de puissance réactive (réglable) [6].

I.5.4 Générateur électrique Asynchrone

Le générateur asynchrone, ou générateur d'induction, est un type de générateur électrique qui peut fonctionner lorsque sa vitesse est différente de la vitesse synchrone. Il génère également du courant alternatif. Voici quelques exemples de générateurs asynchrones [6] :

- Éoliennes
- Générateurs de microcentrales hydroélectriques
- Générateurs de biomasse

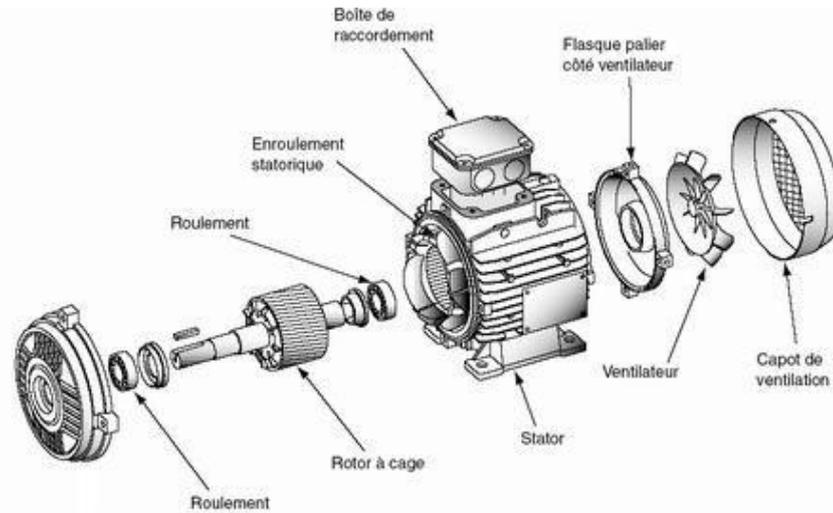


Figure I.6 Le générateur électrique asynchrone [6].

Une des principales caractéristiques des générateurs asynchrones réside dans leur aptitude à générer plusieurs valeurs tout au long de leur fonctionnement. On peut le faire grâce au terme "yield", qui permet au générateur de générer une valeur et de l'arrêter jusqu'à ce qu'elle soit reprise. Ces générateurs sont très pratiques lorsqu'il s'agit de travailler avec des opérations asynchrones [6].

I.6 Groupes électrogène diesel

Les groupes électrochimiques diesel sont plus efficaces et durables que les groupes électrochimiques purs, offrant une puissance, une énergie et une autonomie maximales, mais nécessitant souvent des opérations de maintenance importantes régulièrement. Les générateurs diesel et solaires sont très recherchés [7].



Figure I.7 groupes électrogène diesel [7].

Les groupes électrogènes diesel se caractérisent par leur utilisation dans les applications industrielles, les grands événements ou les situations d'urgence. [7]

I.6.3 groupes électrogènes à essence

Le coût des générateurs à essence est inférieur à celui des générateurs diesel et de gaz, mais ils nécessitent une maintenance plus approfondie. Les moteurs sont plus rapides, mais ils sont plus difficiles à stocker en raison des risques d'explosions, ce qui les rend moins adaptés à des applications industrielles de grande envergure [6].

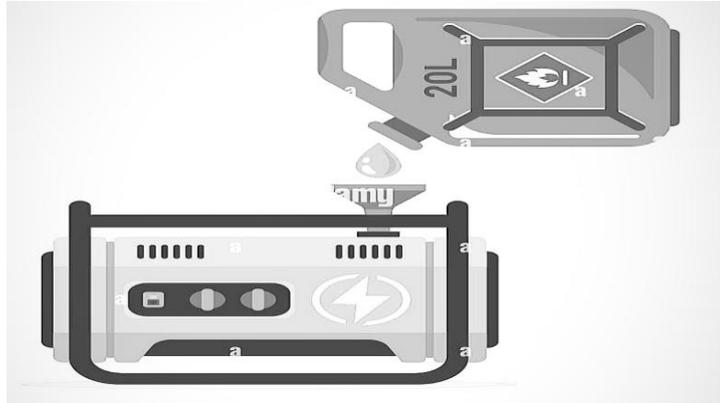


Figure I.8 groupes électrogène à essence [6]

Les groupes électrogènes à essence sont généralement moins chers que leurs homologues au diesel et au gaz [6].

I.7 Développements des générateurs électriques

Derniers développements en matière de générateurs électriques : étapes vers un avenir durable et efficace. Le domaine de la production d'électricité connaît des développements considérables visant à améliorer l'efficacité, à réduire les émissions nocives et à exploiter des sources d'énergie renouvelables. Voici quelques-uns des derniers développements dans le domaine des générateurs électriques [8] :

I.7.1 Générateurs électrique d'éoliennes à haut rendement

D'énormes éoliennes d'une capacité de production allant jusqu'à 15 MW, dotées de pales plus longues et plus efficaces, sont en cours de développement.

Technologie de flottabilité offshore : Les éoliennes sont montées sur des plates-formes flottantes en mer, ce qui leur permet d'être placées dans des zones soumises à des vents forts au large [8].

I.7.2 Générateurs électrique solaires photovoltaïques avancés

Cellules solaires Bergs kite : elles sont fabriquées à partir de nouveaux matériaux avec une efficacité de conversion plus élevée de la lumière du soleil en électricité.

Cellules solaires à semi-conducteurs organiques : elles sont flexibles et légères, permettant de nouvelles applications telles que les panneaux solaires intégrés aux bâtiments [9].

I.7.3 Générateurs électrique nucléaires de quatrième génération

Les nouvelles conceptions sont plus sûres et plus efficaces, tout en réduisant les déchets nucléaires.

De petits réacteurs nucléaires transportables pour fournir une énergie fiable dans les zones reculées [10].

I.7.4 Systèmes avancés de stockage d'énergie

Batteries lithium-ion : stockez plus d'énergie avec une durée de vie de la batterie et une efficacité de charge améliorées.

I.7.5 Systèmes de stockage d'énergie à air comprimé

Stockage de l'énergie éolienne ou solaire excédentaire en la convertissant en air comprimé [12].

I.7.6 Technologies d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique

Améliorer l'efficacité des réseaux énergétiques grâce à l'analyse des données, à la prévision de la demande et à une distribution efficace de l'énergie.

Maintenance prédictive des générateurs pour réduire les pannes et améliorer les performances [13].

I.7.7 Générateurs électrique d'hydrogène

Convertir l'hydrogène en électricité grâce aux piles à combustible, avec zéro émission de carbone.

Intégrer l'hydrogène à d'autres sources d'énergie renouvelables pour fournir un système énergétique durable [14].

I.7.8 Générateurs électrique géothermiques avancés

Extraire l'énergie thermique du sol de manière plus efficace et durable.

Les systèmes hybrides combinent l'énergie géothermique avec d'autres énergies renouvelables [15].

I.7.9 Générateurs électrique de vagues

Conversion de l'énergie des vagues en électricité, avec un grand potentiel de production d'énergie propre dans les zones côtières.

Développer des turbines à vagues plus efficaces et plus fiables [16].

I.7.10 Générateurs électrique marémoteurs

Exploiter l'énergie marémotrice renouvelable pour produire de l'électricité.

Développer de nouvelles technologies pour améliorer l'efficacité des générateurs marémoteurs et réduire leur impact sur l'environnement [17].

I.7.11 Réseaux énergétiques intelligents

Connecter diverses sources d'énergie et distribuer l'électricité de manière intelligente pour améliorer l'efficacité et la stabilité.

Intégrer les technologies IoT et IA pour améliorer le contrôle des réseaux électriques.

Ces développements avancés dans le domaine des générateurs électriques offrent la promesse d'un avenir de production d'énergie plus durable et plus efficace.

À mesure que la recherche et le développement se poursuivent, nous nous attendons à voir davantage d'innovations révolutionner la façon dont nous produisons et consommons de l'énergie dans les années à venir [18].

I.8 Conclusion

Le groupe électrogène joue un rôle primordial dans la fourniture d'électricité en tant que solution de secours, grâce à sa diversité d'énergie, sa rapidité d'installation et sa capacité à fonctionner pendant de longues périodes. Ces avantages le placent en position dominante par rapport à d'autres sources d'énergie de substitution, ce qui confirme qu'il restera un produit d'avenir, surtout avec les améliorations continues des performances des combustion interne en termes de rendement, de fiabilité et de réduction des émissions polluantes.

De plus, le groupe électrogène constitue une solution idéale pour la production d'électricité dans les zones où l'énergie électrique est essentielle au développement, ou dans les régions où les besoins énergétiques sont faibles et ne justifient pas d'infrastructures plus complexes et coûteuses. Ainsi, le groupe électrogène démontre sa flexibilité et son efficacité comme moyen fiable et durable pour répondre à diverses exigences énergétiques. [19].

Chapitre II

Partie mécanique et la partie électrique du groupe électrogène

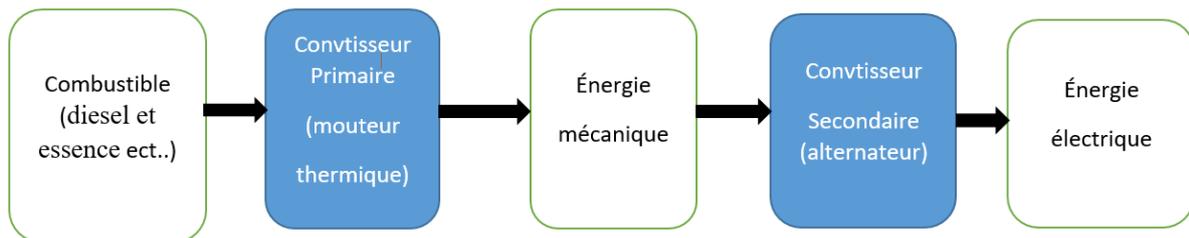
Chapitre II : Partie mécanique et la partie électrique du groupe électrogène

II.1 Introduction

Le groupe électrogène est un dispositif autonome capable de générer de l'électricité. En général, il est composé d'un moteur thermique et d'un générateur, qui permet de générer de l'énergie électrique à partir d'énergie chimique et de la transformer en énergie électrique. En utilisant un moteur thermique, elle est convertie en énergie électrique grâce à un générateur. On évalue la puissance de cette énergie en se basant sur deux forces : Le groupe électrogène peut fournir une puissance continue, c'est-à-dire un nombre illimité d'heures par ans, en service continu. D'une part, il y a également le maximum de puissance de secours, c'est-à-dire la puissance maximale que les groupes peuvent fournir pendant une période limitée. Il est équipé de moteurs thermiques à essence ou diesel qui tournent à une vitesse constante grâce à une dynamo (courant continu) ou à un générateur (courant alternatif) [20].

II.2 Synoptique du procès de conversion d'énergie par un groupe électrogène

Groupe électrogène est un dispositif qui convertit l'énergie mécanique en énergie électrique par un processus appelé conversion d'énergie. Voici un synoptique du processus de conversion d'énergie par le groupe électrogène



II.3 Structure de groupe électrogène

Nous pouvons définir un groupe électrogène comme étant un système autonome capable de produire de l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique via un moteur. Il est constitué de trois grandes parties qui sont [25] :

- La partie mécanique.
- La partie électrique.
- La partie commande.

II.4 Partie mécanique

II.4.1 Moteur thermique

Le rôle des moteurs thermiques est de convertir l'énergie thermique en énergie mécanique. On les désigne toujours sous le nom de moteurs à combustion, qui sont généralement classés en deux catégories :

- Les moteurs à combustion interne qui nécessitent un renouvellement du système à chaque cycle.

La chaleur du système provient d'une seule source (l'atmosphère).

- Dans cette dernière catégorie, on retrouve les moteurs à combustion externe où le système (air) est recyclé sans renouvellement, ce qui nécessite deux sources de chaleur. Par exemple, on retrouve les machines à vapeur et les moteurs Stirling [21].

II.4.1.2 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un moteur diesel diffère d'un moteur à essence. Bien que leurs organes principaux soient identiques et qu'ils suivent le même cycle à quatre temps.

Un moteur diesel est un moteur à explosion qui présente des variations importantes, notamment dans la manière dont le mélange est enflammé et la régulation de la puissance émise. Dans un moteur à essence, l'étincelle électrique enflamme le mélange carburé, tandis que dans un moteur diesel, l'allumage est obtenu par une inflammation automatique du diesel suite à l'échauffement de l'air sous l'effet de compression. Un rapport volumétrique typique est d'environ 1/20 pour un moteur diesel (pour un moteur à essence, il est de 1/10). La température de l'air dans le cylindre atteint plus de 450°C à un tel taux de compression. En raison de cette température, le diesel s'enflamme spontanément lorsqu'il est en contact avec l'air, sans nécessiter d'étincelle, ce qui signifie qu'il n'y a pas besoin d'un système d'allumage [22].

II.4.1.3 Explication du moteur thermique à 2 temps

Comme son nom l'indique, le moteur à 2 temps n'a que 2 mouvements linéaires du piston, contrairement aux moteurs à 4 temps. L'admission, la compression, la combustion/détente et l'échappement sont les quatre étapes d'un moteur. Les quatre phases sont également présentes sur un moteur à 4 temps et sur un moteur à 2 temps, mais sur le moteur à 2 temps, ces quatre phases sont effectuées en deux tours de vilebrequin au lieu de quatre (pour le moteur à 4 temps) [23].

II.4.1.3.1 Cycle d'un moteur 2 temps se décompose comme suit

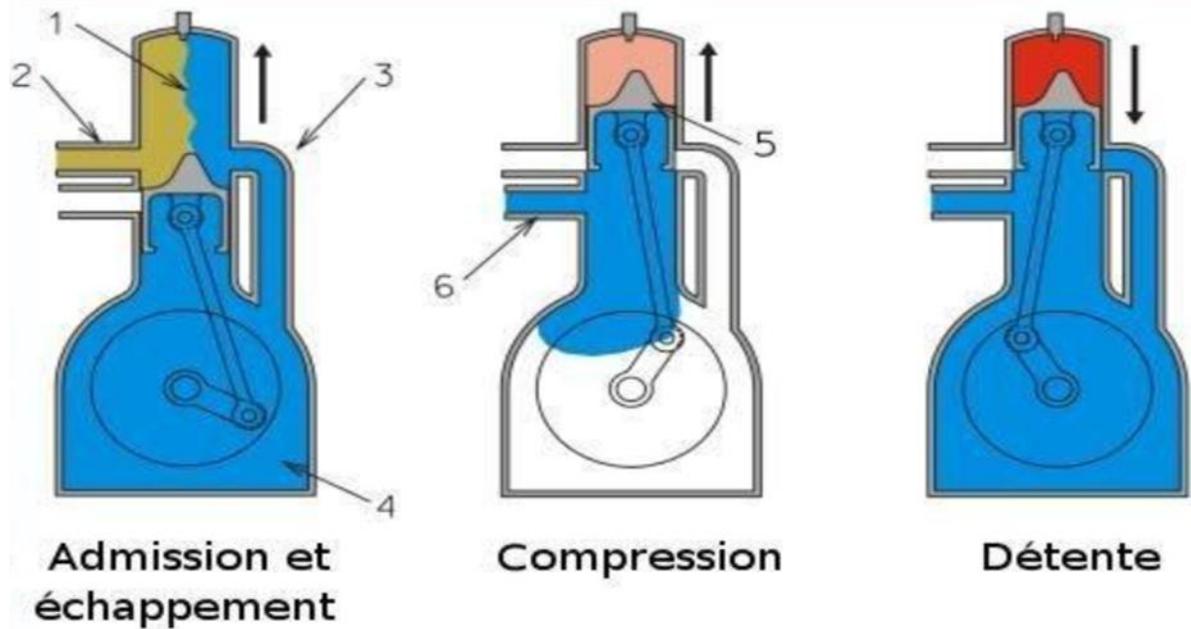


Figure II. 1: Moteur thermique à 2 temps [23].

II.4.1.3.1.A Les différentes étapes du cycle deux temps :

Tout d'abord (Détente), le piston se trouve au point mort élevé. Le feu commence à brûler et le piston descend en comprimant simultanément le mélange dans le carter situé sous le piston. La partie principale du cycle est la détente, le reste du parcours sera influencé par l'inertie générée par cette détente. Au moment où le piston descend, l'entrée du mélange dans le carter se referme. Une fois que le piston est proche du point mort bas (Admission et échappement), il ouvre les lumières d'échappement et d'arrivée du mélange dans le cylindre : le mélange pénètre dans le cylindre et chasse les gaz de la combustion. C'est la phase d'entrée - sortie, en remontant (compression), Le mélange est comprimé dans le cylindre par le piston. En passant, il fermera l'échappement et l'entrée du mélange dans le cylindre, tout en créant une dépression dans le carter qui permettra l'entrée du mélange air-essence par la soupape d'arrivée, dont l'entrée a été libérée par la position du piston près du point mort haut [23].

II.4.2 Système de démarrage

Le circuit de démarrage englobe tous les éléments indispensables pour mettre en marche de manière autonome le moteur thermique. Il est possible d'opter pour un système de démarrage manuel, pneumatique, électrique ou automatique, et dans certains cas, il est envisageable d'installer les deux systèmes simultanément [22].

II.4.2.1 Démarrage manuel

La méthode traditionnelle de démarrage du groupe électrogène est le lanceur. Le lanceur de démarrage est un dispositif compact et léger qui ne requiert que l'énergie du bras qui l'utilise. La solution la plus évidente pour un groupe électrogène supposé être autonome est le démarrage par lanceur. Cependant, le lanceur de démarrage est restreint par la cylindrée du moteur à entraîner, qui est fonction de l'énergie et de la puissance du groupe électrogène. Dans la réalité, on utilise le démarrage par lanceur pour les groupes électrogènes à essence de faible puissance. Le fonctionnement du lanceur du moteur du groupe électrogène consiste à dérouler le cardon enroulé autour de la polie du lanceur, ce qui provoque la rotation de l'arbre moteur [24].

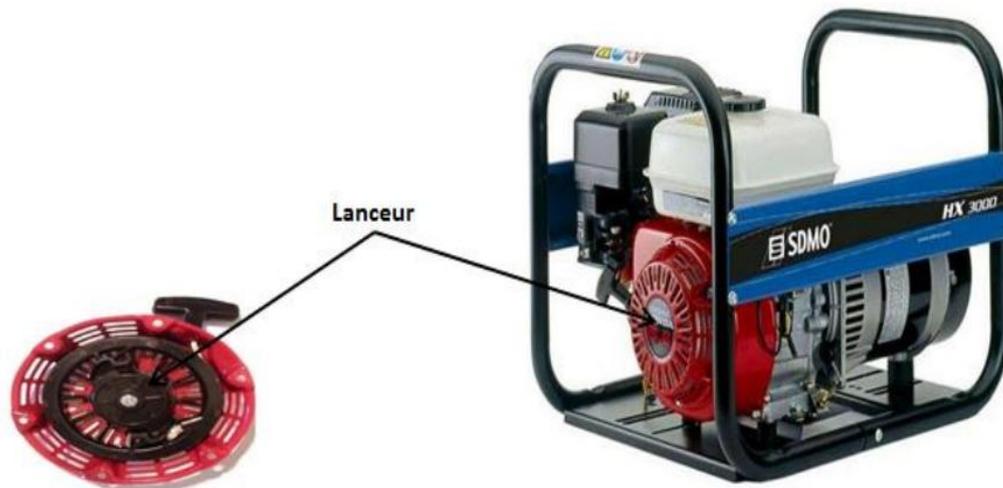


Figure II. 2: Lanceur groupe électrogène [24].

II.4.2.2 Démarrage électrique

Le démarrage manuel est presque impossible sur les groupes électrogènes de grandes puissances en raison du nombre considérable de cylindres. C'est la raison pour laquelle un démarrage électrique est utilisé. Le démarreur est responsable du démarrage électrique. Les démarreurs fonctionnent presque tous de la même manière, mais leurs conceptions diffèrent légèrement les uns des autres. Comme illustré dans la Figure (II.3), les démarreurs sont généralement composés d'un moteur électrique (moteur à courant continu), d'un solénoïde et d'un lanceur [26].

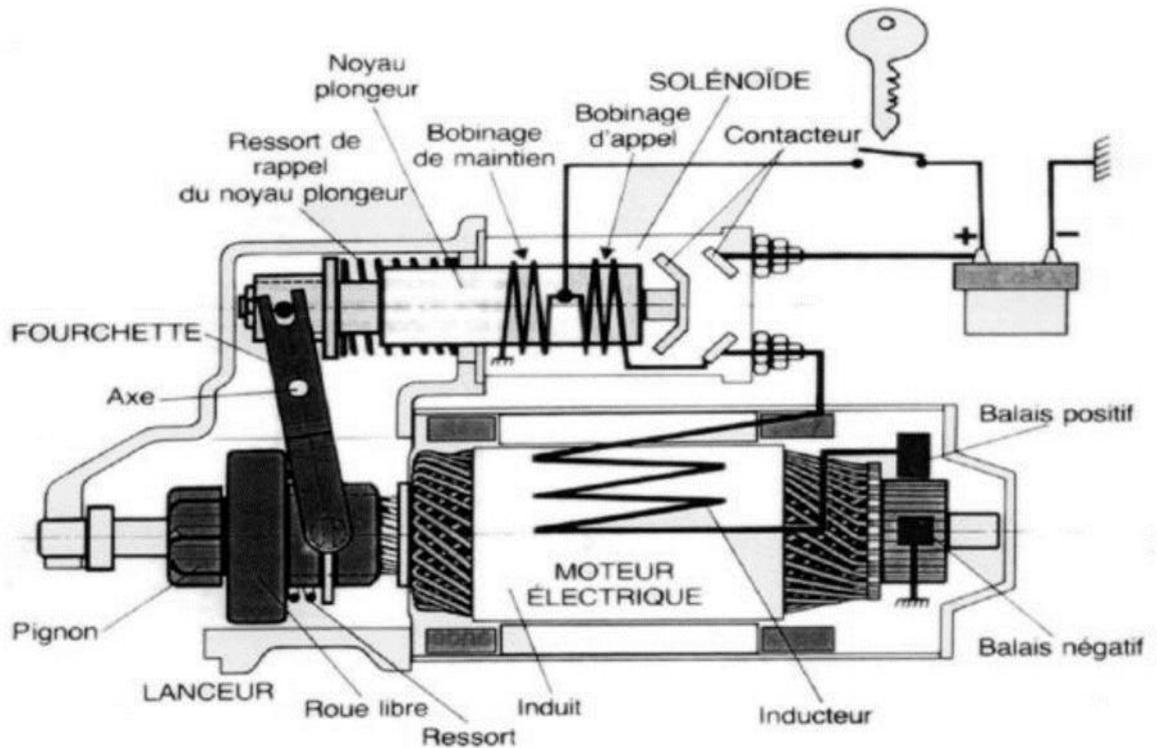


Figure II. 3: Démarrateur du moteur thermique[26].

-Le principe de fonctionnement d'un démarreur est composé de trois phases principales [26] :

II.4.2.2.A Phase d'appel

On peut expliquer cette étape en se basant sur la Figure (II.4).

On alimente les deux enroulements 4 et 5. Ces derniers captent l'attention du noyau 6 qui déplace le lanceur 13 en utilisant la fourchette 17, tandis que le pignon 14 s'englobe avec la couronne, comme illustré dans la figure suivante [26] :

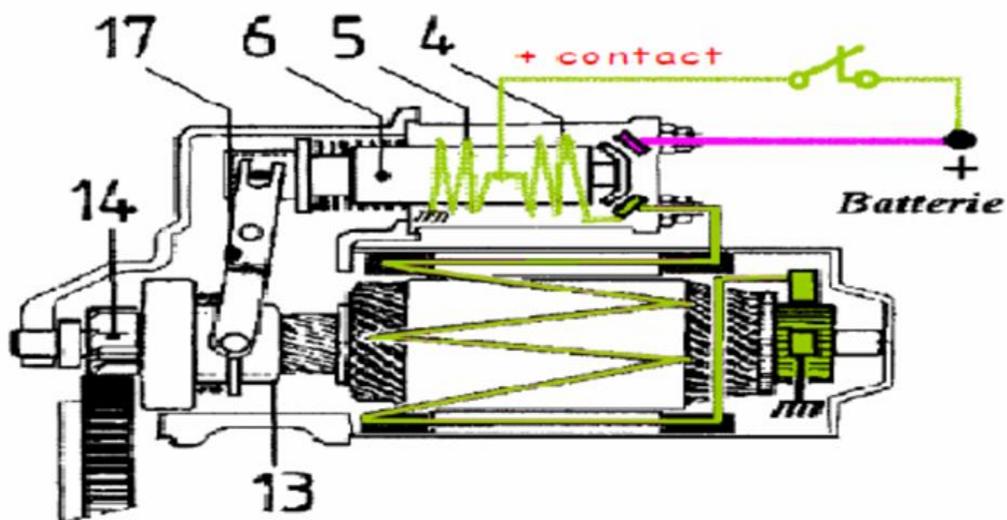


Figure II. 4: Schéma de la phase d'appel [26].

II.4.2.2.B Phase d'arrêt

Le moteur est entraîné par le pignon à une vitesse précise et devient autonome. Lorsque le moteur se met en marche de manière autonome, le contacteur s'ouvre, ce qui interrompt l'alimentation électrique de l'enroulement de maintien et de la connexion aux bornes.

II.4.2.3 Démarrage pneumatique

Deux systèmes de démarrage pneumatique sont disponibles [22]:

-Le système pneumatique à turbine fonctionne de la même manière que le démarreur électrique, avec une pression d'air variant de 7 à 10 bar.

-Le système de démarrage consiste à injecter de l'air comprimé dans les cylindres à une pression d'air allant de 20 à 30 bar. Cet air comprimé permet de faire tourner le groupe en actionnant les pistons moteurs.

II.4.2.4 Démarrage automatique

La mise en marche automatique d'un groupe électrogène est initialement un démarrage électrique, mais avec un élément supplémentaire appelé l'inverseur de source automatique. Il permet de repérer un problème sur le réseau. Le groupe est démarré automatiquement et la commutation est assurée sans intervention humaine. De plus, il repère le retour du réseau et interrompt automatiquement le groupe. Il est possible d'adapter le démarrage automatique à n'importe quel groupe électrogène à démarrage électrique. Le confort supplémentaire offert par le groupe maison est très appréciable. Il est essentiel pour les hôpitaux, les centres de traitement d'urgences et les postes stratégiques [24].

II.4.3 Circuit de lubrification

Un moteur est composé d'un grand nombre de pièces métalliques qui se déplacent. En frottant les uns contre les autres, ils produisent de la chaleur par friction. Afin de garantir la durabilité des différents mécanismes, il est nécessaire qu'ils soient huilés, c'est-à-dire qu'il y ait une pellicule de lubrifiant entre les pièces. Ainsi, examinons le concept de la lubrification et les éléments nécessitant une huile [22].

II.4.3.1 Principe de fonctionnement

La pompe à l'huile, qui est alimentée par le moteur via une courroie, aspire l'huile présente dans le carter. Le lubrifiant passe ensuite par un filtre pour retenir toute particule qui pourrait s'y trouver. Par la suite, des conduites/cavités situées en haut du moteur/cylindre/culasse permettent à l'huile de se diriger vers les zones nécessitant une lubrification. Ces conduites se trouvent à l'intérieur de ces pièces et ne sont donc pas visibles de l'extérieur. Le vilebrequin (ses

enroulements), l'arbre à cames, les soupapes, l'éventuel turbo (roulement de l'axe), les bielles et les pistons sont les pièces principales à lubrifier [22].

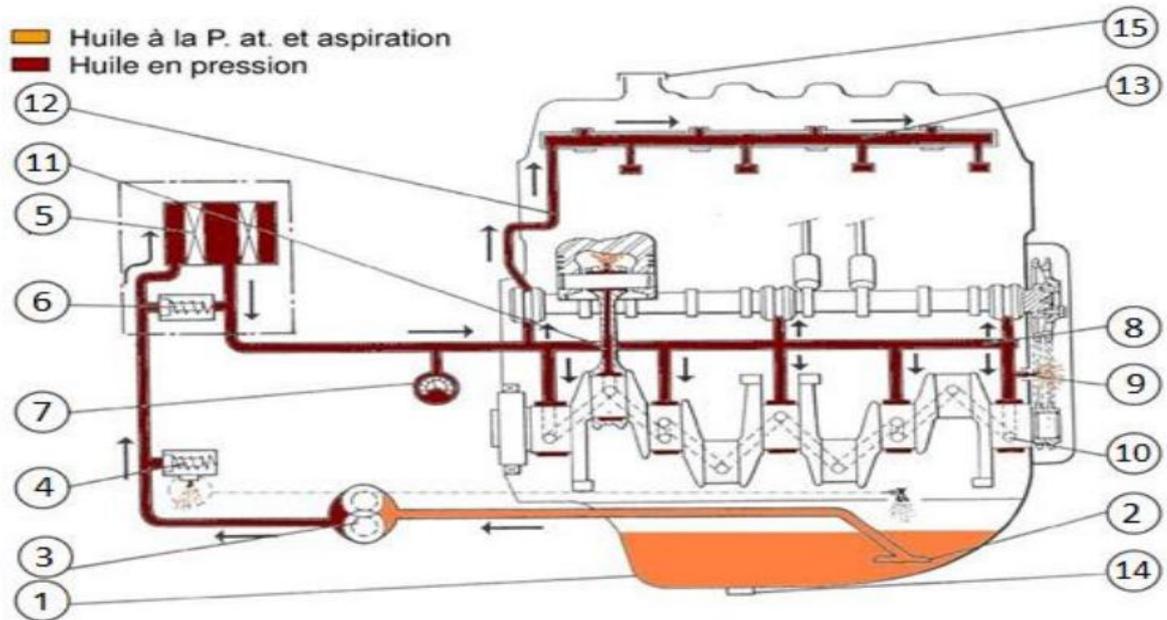


Figure II. 5: Circuit de lubrification [22].

Tableau II.1 : Circuit de lubrification

1- Carter inférieur d'huile.	9- Gicleur graissage de chaîne.
2- Crépine d'aspiration.	10- Conduite de graissage vilebrequin.
3- Pompe à l'huile.	11- Graissage axe piston.
4- Clapet de décharge.	12- Montée d'huile à la culasse.
5- Filtre à l'huile.	13- Rampe de culbuteurs.
6- Clapet de sécurité.	14- Bouchon de vidange.
7- Manomètre de pression d'huile.	15- Bouchon de remplissage
8- Rampe principale.	

II.4.4 Circuit d'alimentation en combustible :

Un groupe électrogène est alimenté en combustible à partir d'un réservoir quotidien alimenté d'un réservoir de stockage principal adapté à l'utilisation et à la puissance du groupe. Le remplissage quotidien du réservoir, dont la capacité est limitée à 500 litres, est généralement effectué automatiquement par une pompe de transfert commandée par des niveaux de contact élevés et bas [23].

II.5 Partie électrique :

La partie électrique d'un groupe électrogène joue un rôle crucial dans la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique utilisable. Elle est composée de plusieurs composants et systèmes qui travaillent ensemble pour assurer la production, la régulation et la distribution de l'électricité.

II.5.1 Alternateur

L'alternateur qui convertit l'énergie mécanique en électricité. Le rotor est constitué d'un moteur qui le tourne à une vitesse constante et d'un stator qui est immobile. Quand le rotor se déplace, il génère un champ magnétique qui provoque une tension électrique dans le stator, ce qui produit de l'électricité [22].

II.5.1.1 Stator

Le circuit magnétique du stator est composé d'un empilement de tôles en forme de couronne, séparées les unes des autres afin de réduire les courants de Foucault. Toutes les couronnes, y compris leur isolation, sont étroitement liées, formant ainsi le circuit magnétique du stator. À l'intérieur, le circuit magnétique présente des encoches réparties de manière homogène dans lesquelles se trouve l'enroulement triphasé du stator. Le stator est équipé d'un circuit magnétique en fer pour augmenter le champ magnétique créé par le rotor. Le bobinage d'un stator triphasé est composé de trois bobines qui sont décalées de 120° l'une de l'autre. L'enroulement se termine à chaque extrémité par une borne de la plaque à bornes de la machine. Elles représentent l'entrée et la sortie de la circulation. Elles ne sont pas reliées entre elles : le flux est ouvert et il incombe à l'utilisateur de procéder au couplage [24].

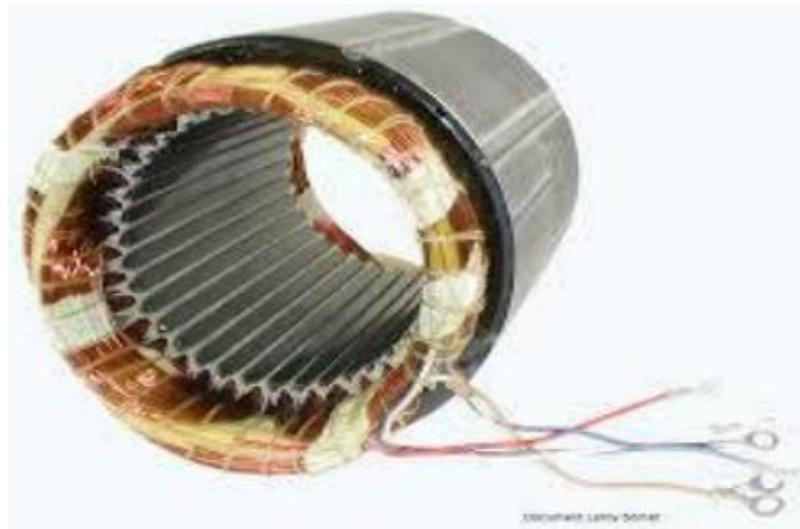


Figure II. 6: Stator d'un alternateur triphasé [24].

II.5.1.2 Rotor

Le rotor est un électroaimant qui se déplace dans l'espace immobile du stator. Le rotor est muni d'un enroulement dans les encoches situées à sa périphérie. Trois catégories de rotors sont identifiées : le rotor à pôles lisses, le rotor à pôles saillants et le rotor à aimant permanent [24].

II.5.1.2.A Rotor à pôles lisses

Le rotor à pôles lisses se présente sous la forme d'un cylindre plein où des encoches sont créées (voir figure II.8). Il est généralement doté de deux ou quatre pôles. Dans les centrales thermiques, il est couramment employé car la turbine à vapeur fonctionne à des vitesses élevées.

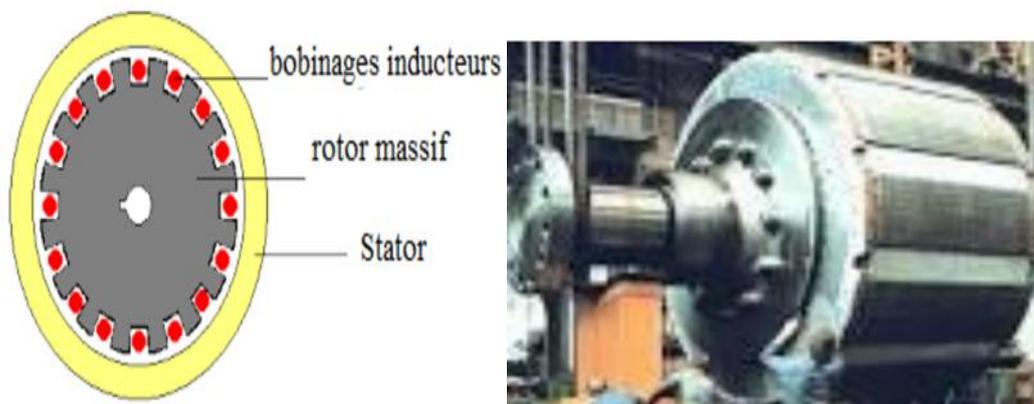


Figure II.8: Rotor à pôles lisses [24].

II.5.1.2.B Rotor à pôles saillants

Il s'agit d'un électroaimant à pôles nord et sud alternés, à nombre de pôles (plus ou égal à 4) (figure II.9), à enroulements alimentés en courant continu, placés autour des noyaux polaires, utilisés dans les centrales hydrauliques, car elles tournent à des vitesses lentes.

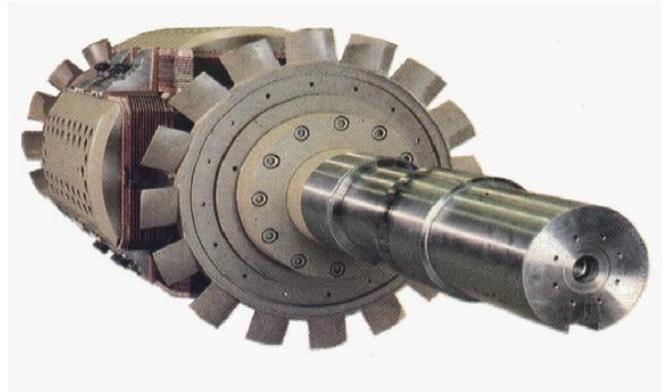
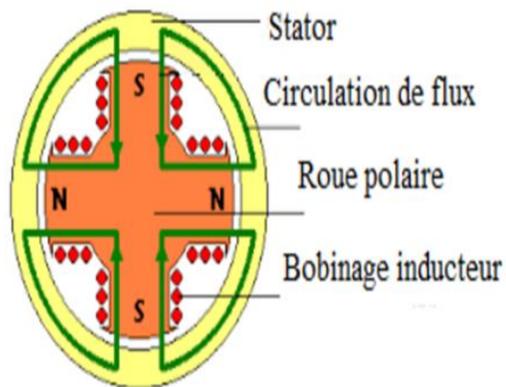


Figure II.9: Rotor à pôles saillant [24].

II.5.1.2.C Rotor à aimant permanent

La substitution de l'électroaimant par des aimants (Figure II.10) offre l'avantage de supprimer le système de balais bague, les pertes rotoriques et le circuit d'excitation [24].

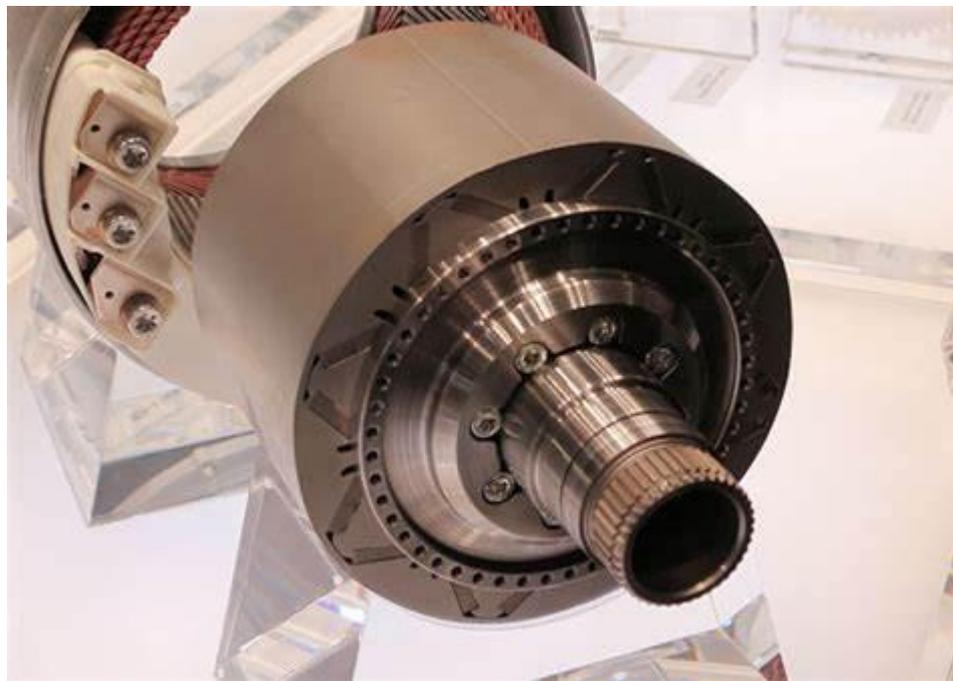


Figure II.10: Rotor à aimant permanent [24].

II.6 Partie commande

La commande est responsable de la gestion du démarrage et de l'arrêt du groupe électrogène. Elle varie en fonction de la manière dont on l'utilise. Un groupe électrogène peut être employé de différentes façons, comme [25] :

II.6.1 Utilisation d'un groupe électrogène comme source principale d'énergie

Dans cette situation, le seul et unique moyen d'alimentation de la charge est le groupe électrogène. Il a la possibilité d'être commandé manuellement en fonction des besoins et peut être constamment en marche [25].

II.6.2 Utilisation du groupe électrogène comme source d'appoint

Lorsque la charge devient très importante, le groupe électrogène renforce le réseau, ce qui est appelé couplage de l'alternateur du groupe sur le réseau. Afin de procéder, il est nécessaire de remplir certaines conditions, à savoir [25] :

- Le groupe doit produire une tension équivalente à celle du réseau.
- Le groupe doit produire une fréquence équivalente à celle du réseau.
- La succession des phases doit être identique.
- Il faut que les deux systèmes soient en phase.

Le groupe électrogène doit être synchronisé au réseau pour répondre à ces conditions. La synchronisation et le couplage du groupe électrogène sont réalisés par un dispositif de commande composé de :

- Régulateur de vitesse.
- Régulateur de tension d'excitation.
- Synchrosopes.

II.6.3 Utiliser le groupe électrogène comme source d'alimentation de secours

Dans cette situation, le groupe électrogène n'est employé que lorsque la tension est absente ou que le réseau est déséquilibré. Le début du groupe peut se faire manuellement ou automatique.

-Le démarrage manuel consiste à donner l'ordre de démarrage du groupe électrogène par un opérateur qui, après avoir repéré une panne du réseau, l'active soit par un commutateur, soit par un bouton poussoir. La charge du réseau a été déconnectée. Quand la tension revient à la normale, l'opérateur a la possibilité de mettre fin au groupe électrogène.

- Le démarrage automatique d'un groupe électrogène réalisé à l'aide d'un dispositif de commande électronique ou électrique connu sous le nom d'inverseur de source normal/secours. Le module électronique de ce dispositif de commande détecte une défaillance sur le réseau, que ce soit un manque de tension, une baisse de tension ou un déséquilibre. Ensuite, il donne immédiatement l'ordre de démarrage du groupe, ce qui permet à l'utilisateur de passer du réseau normal au réseau secours [25].

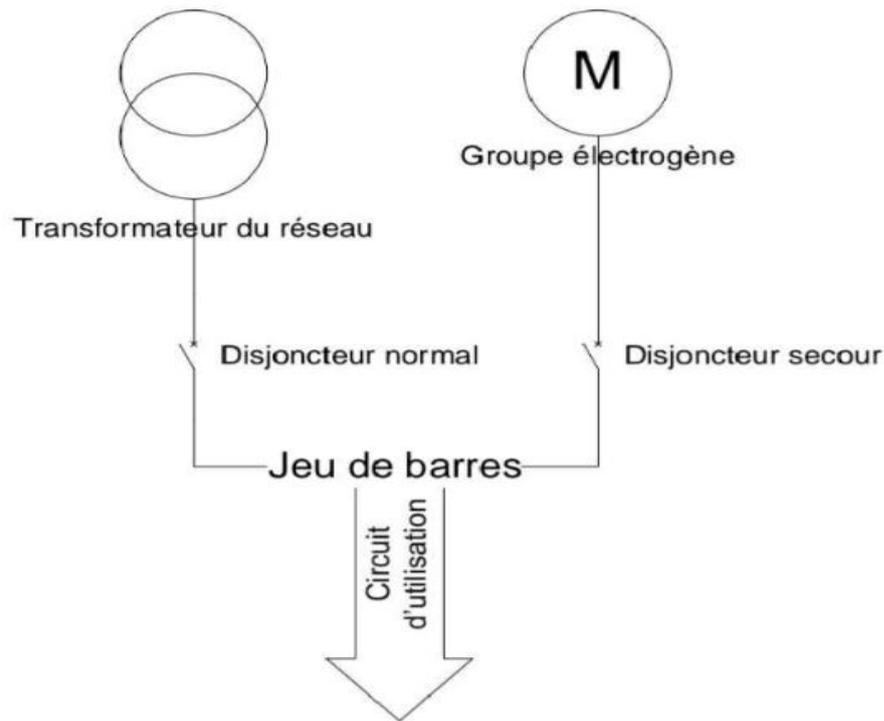


Figure II. 7: Schéma de principe d'un alimentation secours [25].

II.7 Batterie

Une batterie est un élément électrochimique qui permet de conserver l'énergie électrique sous forme chimique, puis de la libérer de manière régulée sous forme de courant continu. L'objectif est de fournir de l'alimentation en courant continu au démarreur du moteur et d'exciter l'inducteur de l'alternateur. Il est également utilisé pour alimenter certains accessoires tels que le moto-ventilateur [28].

II.8 Système de charge de batterie

L'objectif d'un chargeur de batterie est de transformer une tension alternative provenant du groupe électrogène en une tension continue qui permet de charger la batterie avec du courant redressé à la tension appropriée [28].

II.9 Protections du groupe électrogène

II.9.1 Protection des alternateurs

L'utilisation simultanée de groupes électrogènes entre eux ou avec le réseau nécessite l'installation de dispositifs de protection visant à préserver l'intégrité des équipements. Les protections ont pour objectif de restreindre l'intensité et la durée des contraintes électriques, thermiques ou mécaniques causées par des perturbations, afin de réduire les conséquences et l'ampleur des dommages. Il est nécessaire de sélectionner les protections en fonction de critères liés à l'importance du réseau et de la centrale [25] :

-Protection de l'alternateur contre la surcharge.

- Protection contre les interruptions de courant.
- Protection thermiquement grâce à des sondes insérées dans le bobinage.

II.9.2 Protections du moteur

Il est également nécessaire que le groupe électrogène soit équipé de protections des moteurs thermique. C'est surtout [25] :

- le niveau et la température de l'huile.
- le niveau et la température de l'eau.
- la température d'échappement.

II.10 Conclusion

Dans ces applications de secours, le groupe électrogène offre des bénéfices tels que :

- une grande variété de puissance ;
- sa mise en place rapide ;
- sa capacité à fonctionner pendant de longues périodes. Grâce à ces bénéfices, il occupe une position dominante par rapport à toutes les autres sources de substitution. On peut donc dire que le groupe électrogène reste un produit d'avenir, d'autant plus que les performances du moteur diesel s'améliorent en permanence en termes de rendement, de fiabilité et de pollution. En plus de son utilisation en tant que source de secours, le groupe électrogène est parfait pour produire de l'électricité dans des zones où l'énergie électrique est un élément essentiel du développement, ou dans des régions où les besoins sont faibles et où la mise en place de moyens plus lourds (réseaux insulaires par exemple) n'est pas justifiée [27].

Chapitre III

**Étude et analyse des performances
d'un groupe électrogène alimenté par
différents carburants.**

Chapitre III : Étude et analyse des performances d'un groupe électrogène alimenté par différents carburants.

III.1 Introduction

Dans un monde moderne dépendant de l'électricité pour presque toutes ses activités, les groupes électrogènes jouent un rôle essentiel en assurant une alimentation électrique fiable, surtout dans des situations d'urgence ou lorsque les sources d'électricité traditionnelles ne sont pas disponibles. La diversité des carburants utilisés par les groupes électrogènes revêt une importance capitale. Elle permet non seulement de s'adapter aux ressources disponibles localement, mais aussi d'optimiser la performance énergétique et de réduire l'impact environnemental. En explorant les différents types de carburants comme l'essence, le diesel, le gaz naturel, le propane ou même des sources plus écologiques comme le biogaz, on répond efficacement aux besoins variés des utilisateurs, tout en assurant une transition vers des solutions énergétiques plus durables. L'utilisation du gaz naturel comme source d'alimentation pour les groupes électrogènes présente des avantages distincts par rapport à d'autres carburants disponibles. En tant que combustible fossile propre, le gaz naturel offre une combustion plus propre et génère moins d'émissions polluantes telles que les particules fines et les oxydes d'azote par rapport aux carburants comme le diesel ou l'essence. Sa disponibilité à travers un réseau de distribution bien établi garantit un approvisionnement fiable et continue, ce qui est crucial dans les situations d'urgence et les applications critiques. De plus, la combustion du gaz naturel produit moins de bruit et de vibrations, ce qui contribue à une expérience plus silencieuse et confortable. Ces avantages combinés font du gaz naturel un choix attractif non seulement pour ses performances et sa fiabilité, mais aussi pour son impact environnemental réduit, soutenant ainsi des pratiques énergétiques durables et responsables. Dans cette optique, nous allons conduire des essais de performance sur un générateur électrique en utilisant une gamme variée de carburants. Chaque type de carburant a ses avantages et ses inconvénients en termes de coût, de disponibilité, d'impact environnemental et de facilité d'utilisation, ce qui influence le choix du carburant pour un groupe électrogène spécifique en fonction des besoins et des conditions locales.

III.2 Dispositif expérimental

Dans ce travail, nous avons utilisé un groupe électrogène dont les caractéristiques sont représentées dans le tableau 1. En raison des exigences spécifiques à chaque type de carburant et des mécanismes nécessaires pour assurer une combustion efficace et sécurisée, des modifications ont été apportées au carburateur du groupe électrogène afin de le rendre compatible avec le gaz.

Chapitre III Étude et analyse des performances d'un groupe électrogène alimenté par différents carburants.

Bien que les principes de base des carburateurs visent à fournir le bon mélange air-carburant pour la combustion, les différences entre un carburateur pour un groupe électrogène fonctionnant à l'essence et celui fonctionnant au gaz résident dans les détails techniques et les ajustements spécifiques nécessaires pour chaque type de carburant, afin d'assurer une performance optimale et une utilisation sécurisée du générateur. Le nouveau carburateur utilisé est spécifiquement conçu pour gérer des gaz combustibles comme le propane ou le gaz naturel, en contrôlant le débit de gaz entrant dans le moteur de manière efficace.

Différents carburants ont été utilisés pour la comparaison, à savoir le butane et le propane, avec l'essence comme référence. Les essais de performance ainsi qu'une étude économique seront présentés dans la section suivante pour évaluer les avantages en termes de coût des différents carburants. Pour chaque carburant, le temps de fonctionnement par litre a été comparé à vide et en charge, ainsi que le temps de fonctionnement correspondant à 50 DA pour chaque carburant dans ces deux conditions.

Tableau III.1 : caractéristiques du groupe électrogène utilisé.

Tension nominale	220V
Fréquence nominal	50Hz
Puissance maximal	1.6 KW
Facteur de puissance	1.0



Figure III. 1 : Carburateur [30].

III.3 Résultats et discussion

III.3.1 Temps de fonctionnement par litre à vide et en charge :

La consommation de carburant du groupe électrogène peut varier significativement selon le type de carburant utilisé. Le temps de fonctionnement par litre a été mesuré à la fois à vide et sous charge. Pour simuler une charge, des ventilateurs de 600 W ont été utilisés. Le groupe électrogène peut délivrer une puissance maximale de 1600 W ; pour simuler cette charge, on a utilisé un ensemble de lampes de 200 W chacune. Voici généralement ce qu'on a observé pour les différents types de carburants utilisés :

- **Essence** : Le groupe électrogène fonctionnant à l'essence consomme environ 1 litre pour 3 heures à vide, 2.6 heures sous une charge de 600 W, et 1.6 heure à pleine charge.
- **Propane** : Le groupe électrogène fonctionnant au propane consomme environ 1 litre pour 2.5 heures à vide, 2 heures sous une charge de 600 W, et 1.5 heure à pleine charge.
- **Butane** : Le groupe électrogène fonctionnant au butane consomme environ 1 litre pour 2.51 heures à vide, 1.96 heures sous une charge de 600 W, et 1.76 heure à pleine charge.
- **Gaz de ville** : Le groupe électrogène alimenté au gaz naturel ont une consommation plus faible encore, en raison de l'efficacité accrue de la combustion du gaz.

Ces chiffres peuvent varier en fonction de la marque, du modèle et des spécifications spécifiques du groupe électrogène. Ils fournissent cependant une idée générale de la différence de consommation entre les différents types de carburants utilisés pour alimenter les groupes électrogènes. Cependant, Il est impératif de mener une étude comparative et économique approfondie afin de déterminer le carburant le plus adapté pour les groupes électrogènes. Cette analyse permet non seulement d'évaluer les coûts initiaux d'installation et d'approvisionnement en carburant, mais aussi de comprendre les implications à long terme sur les coûts d'exploitation et de maintenance. Chaque type de carburant, qu'il s'agisse d'essence, de gaz naturel ou de propane, présente des avantages et des inconvénients en termes de disponibilité, de prix fluctuant, d'efficacité énergétique et d'impact environnemental. Une étude comparative rigoureuse prend en compte ces facteurs pour déterminer le carburant qui offrira le meilleur rapport qualité-prix tout en répondant aux exigences spécifiques de fiabilité et de performance des groupes électrogènes dans divers contextes d'utilisation. En fin de compte, une décision informée garantit non seulement des économies financières mais aussi une utilisation optimale des ressources énergétiques, contribuant ainsi à une gestion énergétique durable et efficace. Dans

la section suivante, nous présentons une comparaison du temps de fonctionnement pour un coût correspondant à 50 DA de consommation pour chaque type de carburant, à vide et sous charge.

III.3.2 Temps de fonctionnement à vide pour un coût correspondant à 50 DA :

Pour une comparaison optimale, il est préférable d'évaluer le prix du kWh pour chaque type de carburant. Cependant, nous avons d'abord choisi de comparer les temps de fonctionnement pour un coût équivalent à 50 DA.

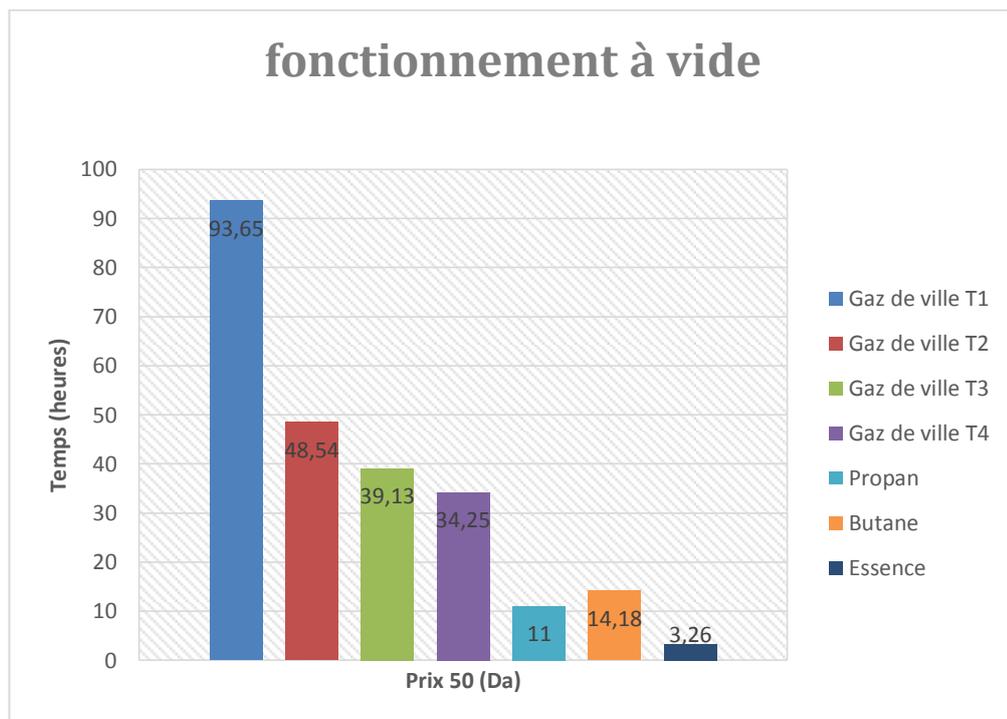


Figure III. 2 : Temps de fonctionnement à vide pour un coût correspondant à 50 DA

La figure III.2 montre le temps de fonctionnement à vide pour un coût de 50 DA pour tous les types de carburants. Pour le gaz naturel, le prix proposé par Sonelgaz augmente selon la tranche. On voit bien qu'avec le gaz naturel, le temps de fonctionnement pour 50 DA est supérieur quelle que soit la tranche. Pour chaque dinar dépensé, le temps de fonctionnement est de $T_f=1.07785h$ pour le gaz naturel, de $T_f=0.2836h$ pour le butane, et de $T_f=0.22h$ pour le propane. En revanche, pour l'essence, le temps de fonctionnement pour 1 DA est de $T_f=0.0652h$. Cela est dû au prix abordable du gaz de ville en Algérie, où le prix du mètre cube varie entre 1,7 DA et 4,5 DA. En revanche, le coût du butane et du propane liquéfié s'élève respectivement à 8,8 DA et 11,36 DA par litre. Pour l'essence, le coût est significativement plus élevé par rapport aux autres types de carburants, avec un prix de 45 DA par litre.

III.3.3 Temps de fonctionnement en charge pour un coût correspondant à 50 DA :

Pour le fonctionnement sous charge, deux niveaux de charge ont été utilisés : la première à 600 W, et la deuxième simulant une puissance maximale de 1600 W. Les temps de fonctionnement du groupe électrogène sous charge pour un coût de 50 DA avec différents types de carburant sont présentés dans les figures III.3 et III.4. On remarque que le groupe électrogène a un bon rendement avec le gaz naturel par rapport aux autres types de carburants.

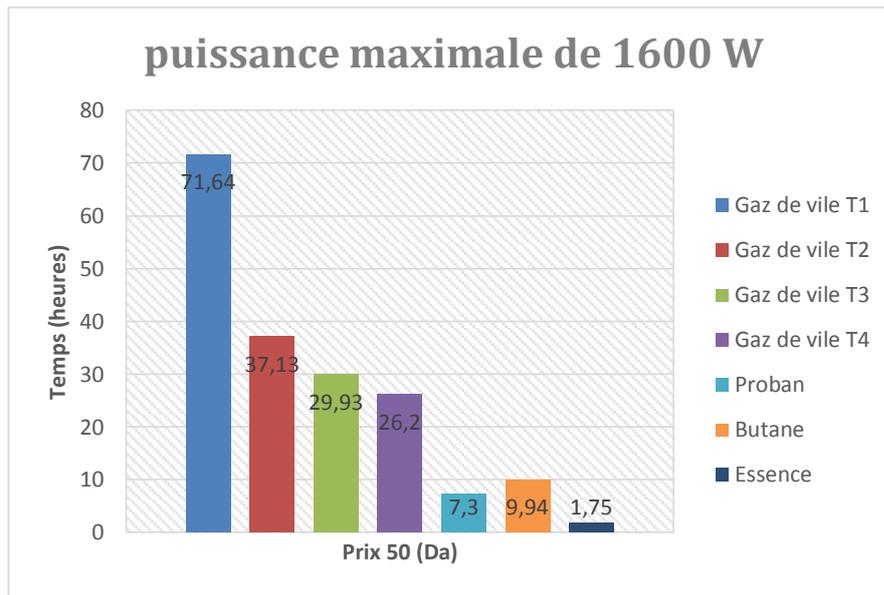


Figure III.3: Temps de fonctionnement en charge (1600 W) pour un coût correspondant à 50 DA

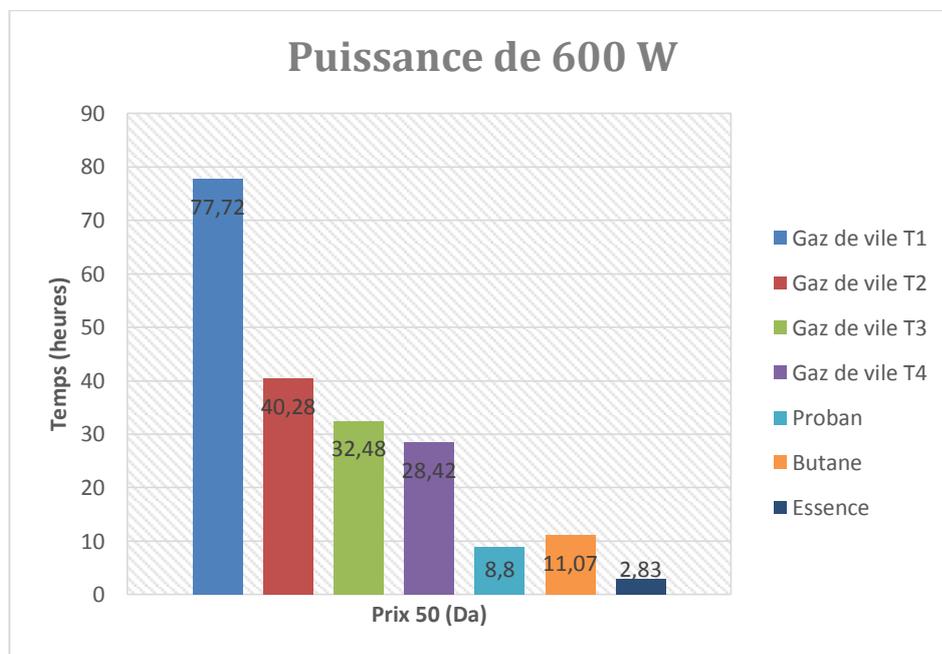


Figure III. 4 : Temps de fonctionnement en charge (600 W) pour un coût correspondant à 50 DA

Comme le gaz naturel est abondant et moins cher en Algérie, les groupes électrogènes fonctionnant au gaz naturel peuvent être plus économiques. La disponibilité locale et le coût abordable du gaz naturel peuvent influencer le choix du carburant et, par conséquent, l'efficacité énergétique d'un groupe électrogène.

III.3.4 Energie électrique maximale produite par 50 DA :

La puissance électrique maximale produite par le générateur électrique en consommant 50 DA de différents types de carburants est présentée dans la Figure III.5.

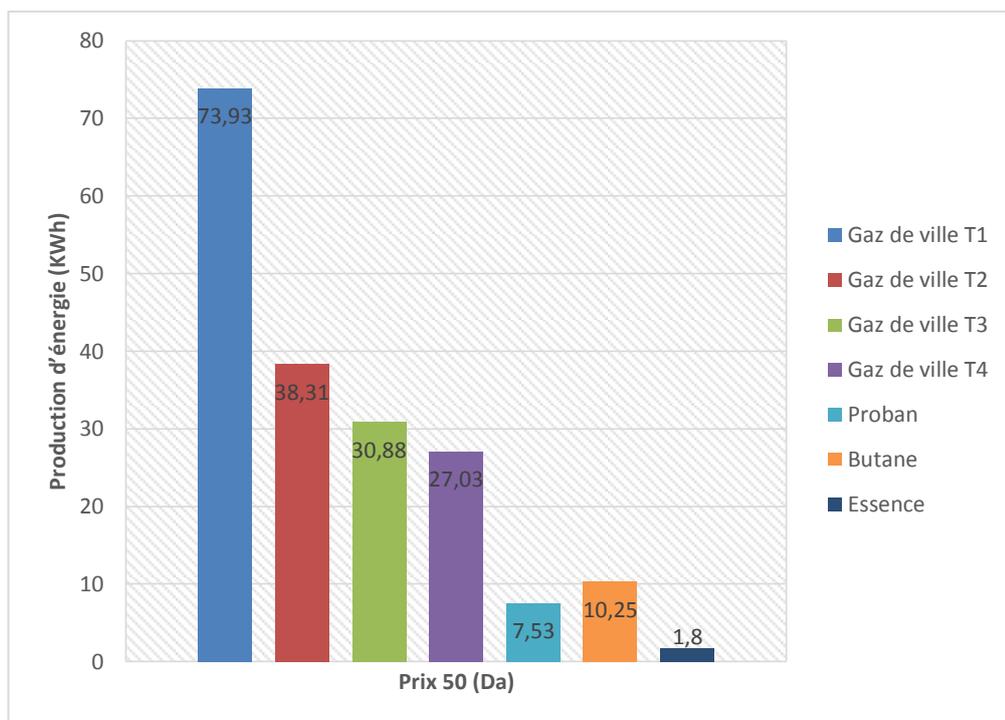


Figure III. 5 : Energie électrique maximale produite par 50 DA.

On remarque que le gaz naturel produit la plus grande quantité d'énergie parmi tous les autres types de carburants malgré la taxation imposée par les sociétés de distribution qui augmente à chaque tranche. Le gaz naturel est souvent moins cher que d'autres carburants comme Proban ou l'essence, ce qui peut réduire les coûts d'exploitation à long terme.

Tous les essais montrent que l'alimentation d'un groupe électrogène par gaz de ville se révèle particulièrement attrayante sur le plan économique par rapport à d'autres carburants, comme l'essence. En effet, le gaz de ville bénéficie souvent de coûts d'approvisionnement plus stables et compétitifs, rendant son utilisation plus rentable à long terme. De plus, les groupes électrogènes fonctionnant au gaz naturel peuvent générer de l'électricité à un coût par kilowattheure (kWh) inférieur comparé aux alternatives traditionnelles, tout en maintenant des performances élevées et une fiabilité opérationnelle. Cette option économique est renforcée par une disponibilité continue du gaz de ville à travers un réseau bien établi, offrant une solution

durable et rentable pour répondre aux besoins énergétiques variés des industries, des commerces et des résidences.

III.3.5 Comparaison entre le coût de l'énergie produite par le groupe électrogène et celui fourni par Sonelgaz :

Pour mieux évaluer les avantages économiques de l'utilisation du gaz naturel pour alimenter un groupe électrogène, nous avons comparé le coût de l'électricité produite par ce groupe utilisant différents types de carburants avec celui de l'électricité achetée auprès de la compagnie de distribution Sonelgaz. Étant donné que le prix de l'électricité varie selon la consommation, nous présenterons cette comparaison pour quatre tranches différentes. Nous examinerons spécifiquement le coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA et le coût équivalent pour la même quantité d'énergie achetée de Sonelgaz.

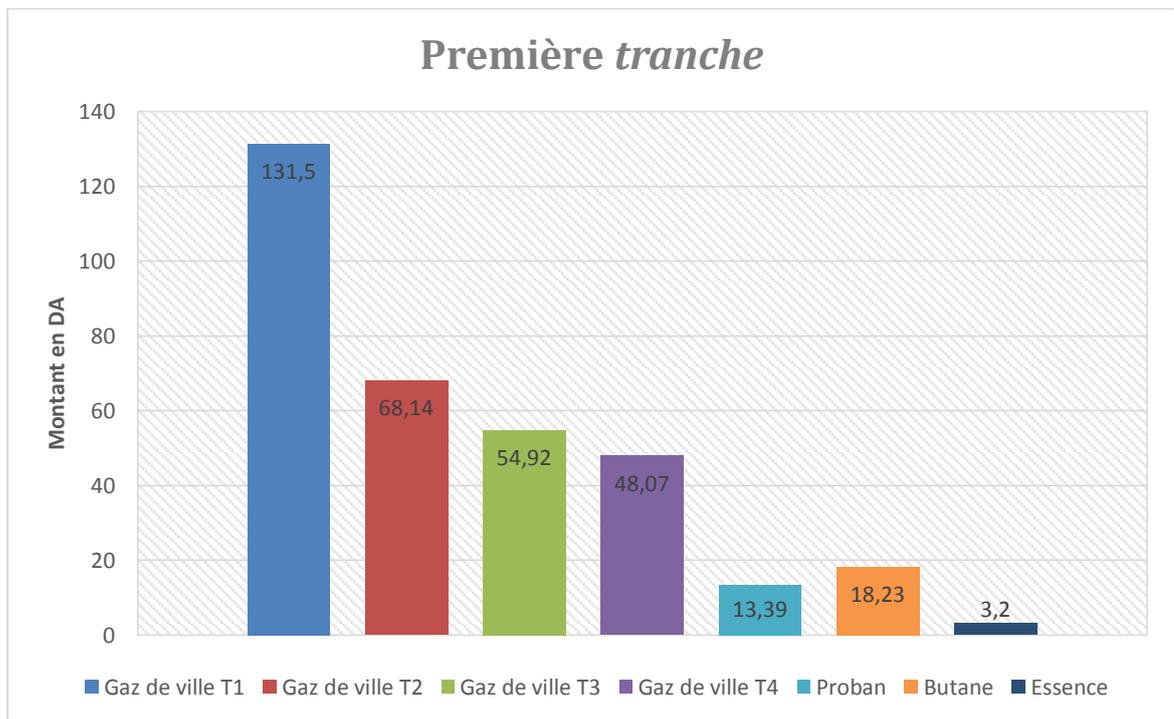


Figure III. 6 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en première tranche.

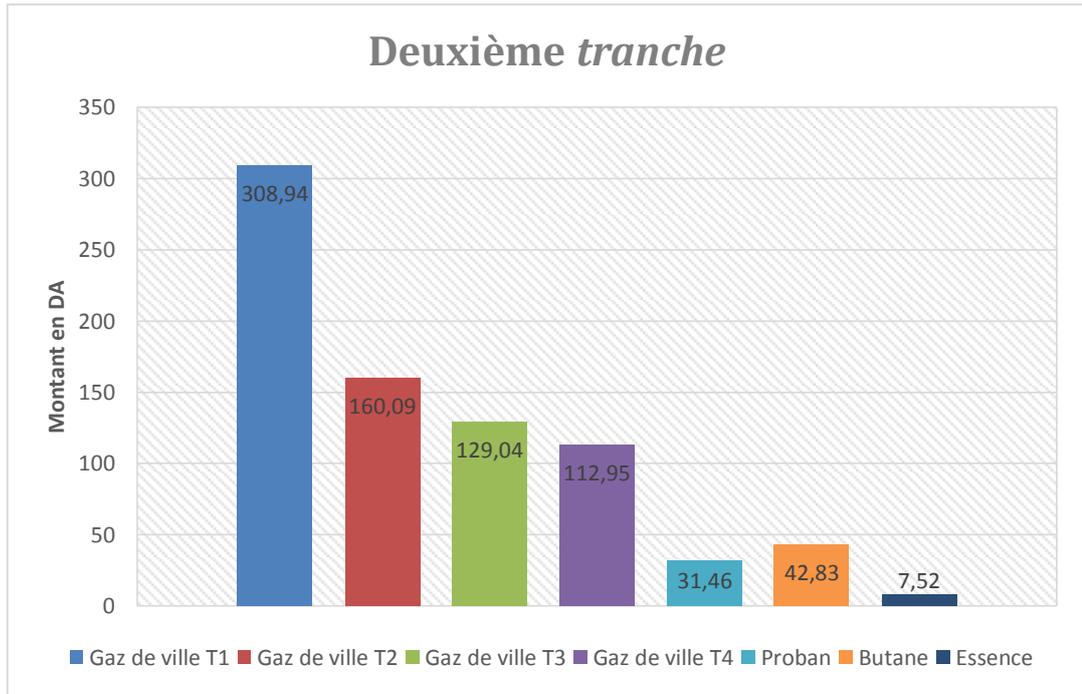


Figure III. 7 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant

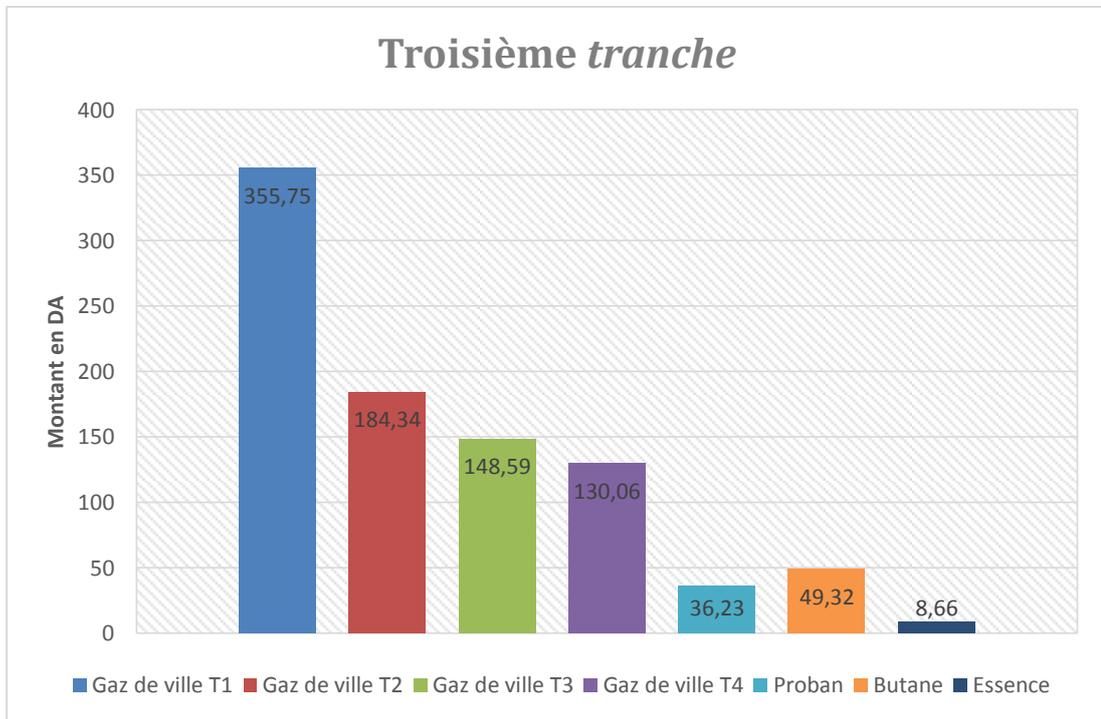


Figure III. 8 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en troisième tranche.

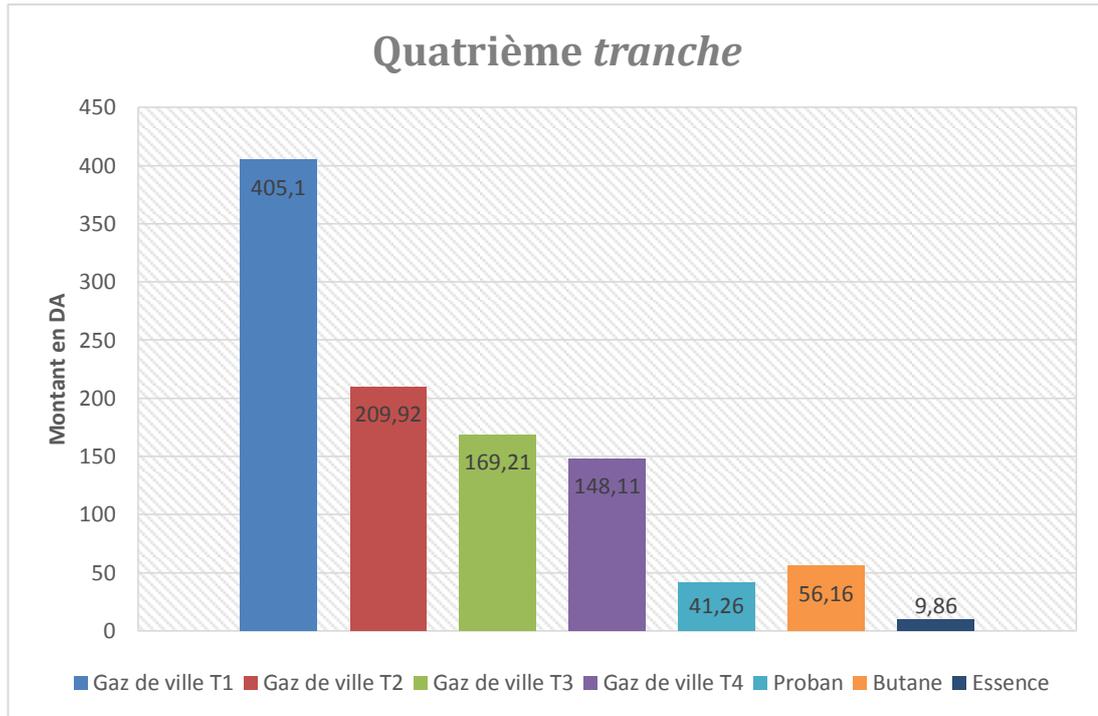


Figure III. 9 : Coût de la production maximale d'énergie pour 50 DA en le comparant avec le prix proposé par Sonelgaz en quatrième tranche.

Dans la première tranche de 0 à 125 kWh, où le coût du kWh est de 1,7787 DA, il est évident que le coût maximum de la production d'énergie par le groupe électrogène pour 50 DA est inférieur aux tarifs proposés par Sonelgaz pour la même quantité d'électricité fournie. Pour les autres tranches : dans la deuxième tranche (125 à 250 kWh), le prix du kWh est de 4,1789 DA. Dans la troisième tranche (250 à 750 kWh), le prix du kWh est de 4,8120 DA. Enfin, dans la quatrième tranche (supérieure à 1000 kWh), le prix du kWh est de 5,4796 DA.

Il est clair que la différence est significative pour les trois dernières tranches, où le coût maximal de la production d'énergie par le groupe électrogène pour 50 DA est nettement inférieur aux tarifs proposés par Sonelgaz pour la même quantité d'électricité fournie. Cela est dû en partie au prix subventionné par l'État du gaz naturel. En fait, ce dernier représente une option particulièrement attrayante pour alimenter les groupes électrogènes, comparé à d'autres carburants disponibles sur le marché. Cette attractivité découle en grande partie des prix subventionnés par l'État algérien pour le gaz naturel, rendant son utilisation économiquement avantageuse. Contrairement à l'essence, dont les prix peuvent fluctuer considérablement sur le marché international, le gaz naturel bénéficie d'une stabilité tarifaire qui offre une prévisibilité financière aux utilisateurs de générateurs. De plus, le gaz naturel est largement disponible à travers un réseau de distribution bien développé, assurant un approvisionnement constant et fiable même dans les régions les plus éloignées du pays. Sur le plan environnemental, le gaz

naturel présente également des avantages significatifs en termes de réduction des émissions polluantes par rapport aux carburants liquides traditionnels, contribuant ainsi à une meilleure qualité de l'air et à une empreinte carbone réduite. Comme le montre la Figure III. 10, comparé aux autres carburants comme l'essence, le gaz naturel produit généralement moins d'émissions polluantes telles que les particules fines et les oxydes d'azote, contribuant ainsi à une meilleure qualité de l'air. Enfin, en choisissant le gaz naturel pour alimenter leurs groupes électrogènes, les entreprises et les particuliers en Algérie bénéficient d'une solution énergétique efficace, économique et respectueuse de l'environnement.

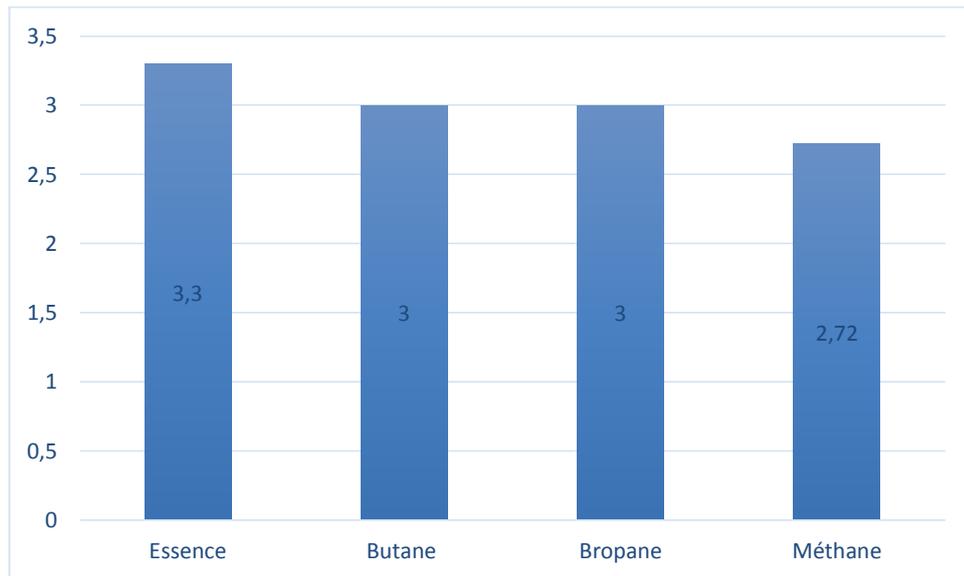


Figure III. 10 : le nombre d'émissions de CO₂ émises [29]

III.4 Conclusion :

En conclusion, l'utilisation du gaz naturel dans les groupes électrogènes offre plusieurs avantages significatifs. Cela inclut un coût économique inférieur par rapport à d'autres carburants comme l'essence, ce qui peut conduire à des économies à long terme. La disponibilité continue grâce à un réseau de distribution bien établi assure un approvisionnement constant en carburant. De plus, le gaz naturel génère moins d'émissions polluantes comme les particules fines et les oxydes d'azote par rapport aux carburants liquides, améliorant ainsi la qualité de l'air. Les moteurs au gaz naturel nécessitent également moins d'entretien en raison d'une combustion plus propre et d'une réduction des dépôts dans le moteur. En termes de sécurité, le gaz naturel est considéré comme plus sûr à manipuler et à stocker que les carburants liquides inflammables comme l'essence, minimisant les risques associés. Enfin, les groupes électrogènes au gaz naturel offrent une flexibilité d'utilisation étendue, adaptée à des applications variées, qu'elles soient résidentielles, commerciales ou industrielles. Globalement, ces avantages positionnent le gaz

Chapitre III Étude et analyse des performances d'un groupe électrogène alimenté par différents carburants.

naturel comme une option attrayante pour les utilisateurs de groupes électrogènes dans de nombreux contextes.

Conclusion général

Conclusion général

En conclusion, le projet de groupe électrogène alimenté par le gaz de ville a connu un succès notable. L'objectif initial de ce projet était de concevoir et de développer un générateur utilisant le gaz de ville comme principale source d'énergie. Au cours de notre étude, nous avons examiné divers aspects du gaz de ville en tant que carburant, ainsi que ses avantages et inconvénients potentiels dans le contexte de la production d'électricité.

Ce projet visait principalement à créer un système de production d'énergie fiable et efficace basé sur le gaz de ville, présenté comme une alternative plus écologique et durable aux combustibles fossiles traditionnels. Ce type de groupe électrogène peut convertir l'énergie contenue dans le méthane en électricité, réduisant ainsi les émissions et l'impact environnemental par rapport aux générateurs conventionnels utilisant du charbon ou du pétrole.

Des études approfondies ont été menées tout au long du développement pour évaluer les aspects techniques, la faisabilité économique et les implications environnementales de l'utilisation du gaz de ville comme combustible pour la production d'électricité. Les résultats indiquent que les groupes électrogènes fonctionnant au gaz de ville présentent plusieurs avantages, tels qu'une réduction des émissions de dioxyde de carbone, une meilleure efficacité énergétique et des coûts opérationnels réduits.

De plus, l'objectif était de concevoir et de construire un prototype de groupe capable de transformer efficacement le méthane en énergie électrique. Ce générateur intègre des technologies avancées et des dispositifs de sécurité pour assurer des performances optimales et minimiser les risques associés à la combustion du gaz de ville.

Le succès de ce projet met en lumière le vaste potentiel du gaz naturel comme source d'énergie durable pour la production d'électricité. Il souligne également l'importance de rechercher des alternatives énergétiques capables de réduire notre dépendance aux combustibles fossiles et d'atténuer les effets néfastes du changement climatique.

En résumé, le projet de production d'électricité à partir de gaz de ville a pleinement atteint ses objectifs en proposant une solution écologique, performante et économiquement viable pour la production d'énergie. À l'avenir, de nouvelles études et avancées dans ce domaine pourraient favoriser une adoption plus large du gaz de ville comme principale source de carburant, contribuant ainsi à un avenir énergétique plus durable et respectueux de l'environnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- [1] جيلاني محمد، هندسة القوى الكهربائية ، جامعة القاهرة، 2019
- [2] <https://www.bisonindustry.com> le 01.03.2024 édits
- [3] دبور تامر، المولدات الكهربائية ، 7 اوت 2020
- [4] <https://genesalenergy.com> le 01.03.2024 édits
- [5] La principe de fonctionnement d'un générateur électrique et la différence entre un générateur de DC ET AC par ASMR HANI ZAZA En le 01mars 2020
- [6] Abdul muttalib Abu Seif <https://arab-ency.com.sy/ency/details/10417/20>
- [7] Sebastián Vidal tecnobits.com le 05.03.2024 édits
- [8] Alex Rivard <https://www.groupe-electrique.fr> le 05.03.2024 édits
- [9] <https://www.awea.org> le 05.03.2024 édits
- [10] <https://www.pv-magazine.com> le 06.03.2024 édits
- [11] https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_9260/public le 06.03.2024 édits
- [12] <https://www.iaes.org> le 06.03.2024 édits
- [13] www.najah.edu le 07.03.2024 édits
- [14] <https://hydrogencouncil.com> le 07.03.2024 édits
- [15] <https://geothermal.org> le 08.03.2024 édits
- [16] Indonesian Ocean Energy 08.03.2024 édits
- [17] <https://www.cnbcarabia.com> le 09.03.2024 édits
- [18] <https://web.archive.org> le 15.03.2024 édits
- [19] Électricité réaliser son installation par soi-même, EYROLLES, 11september 2014
- [20] <https://umvie.com/guide-complet-sur-le-fonctionnement-dun-groupe-electrogene/> le 1.04.2024 édits
- [21] PROF. PAN SOVANNA, GENERALITE SUR LES MOTEURS THERMIQUES
- [22] Messaoud DJELLOUT, Conception Et Réalisation D'un Système De Démarrage Automatique D'un Groupe Electrogène
A Base D'une Carte Arduino, faculté du genie électrique et d'informatique, departement d'electrotechnique, 2018.
- [23] BOURZINI OUSSAMA, Etude De L'influence De La Suralimentation Sur Les Caractéristiques D'un Moteur Essence, en génie mécanique, spécialité génie énergétique, 2018
- [24] CHAFA ALIANE, Etude D'un Groupe Electrogène Par Simulation Numérique, faculte de genie électrique et d'informatique, departement d'electrotechnique, 2016.
- [25] Léon Paul ngomono mouko, Etude Du Fonctionnement Et Elaboration D'un Plan De Maintenance Preventive Et Curative Du Groupe Electrogene (Black-Start Generator) De La

Références bibliographiques

Centrale Thermique De Dibamba, specialise en genie electrique energetique et energie renouvelable, option : energie renouvelable, 2013.

[26] M. MIARD "Circuit de démarrage"

[27] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/energies-th4/reseaux-electriques-industriels-et-tertiaires> le 01.05.2024 édits.

[28] BEDJOU FAYÇAL, Etude D'un Groupe Electrogène A Base D'une Génératrice Asynchrone, département de génie électrique, spécialité machines électriques,2022

[29] 2019 Greenhouse Gas Inventory Author: City of Philadelphia Publisher: City of Philadelphia, Publication Year: 2022.

[30] <https://www.cdiscount.com/auto/pièces-auto/neufu-carburateur-double-carburant-pour-168f-gx1/f-13390-neu7793120438763.html> le 1.05.2024 édits.

عنوان المشروع:

مولد كهربائي يعمل بغاز المدينة

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في اطار القرار الوزاري 1275

صورة العلامة التجارية



GENERATOR POWERED BY
TOWN GAS

الاسم التجاري

GPTG

Abdelhamid IRATNI

بطاقة معلومات:

حول فريق الاشراف وفريق العمل

1- فريق الاشراف:

فريق الاشراف	
المشرف الرئيسي (01): بنية عبد الرزاق	التخصص: كهروميكانيك
المشرف الرئيسي (02): رفاس عبد الرحيم	التخصص: كهروميكانيك
المشرف المساعد: /	التخصص: /

2- فريق العمل:

فريق المشروع	التخصص	الكلية
الطالب: ساعد جرار صابر	كهروميكانيك	علوم وتكنولوجيا
الطالب: خرفي بهاء الدين	كهروميكانيك	علوم وتكنولوجيا
الطالب: صديقي هيثم	كهروميكانيك	علوم وتكنولوجيا
الطالب: علي بلال	كهروميكانيك	علوم وتكنولوجيا

فهرس المحتويات

المحور الأول: تقديم المشروع

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

المحور الرابع: خطة الإنتاج والتنظيم

المحور الخامس: الخطة المالية

المحور السادس : النموذج الاولي التجريبي

المحور الأول: تطوير مولد كهربائي يعمل بغاز المدينة

يهدف مشروعنا الى تطوير مولدات كهربائية تعمل بغاز المدينة في الجزائر

1. فكرة المشروع (الحل المقترح)

نشأت فكرة مشروعنا من خلال الحاجة المتزايدة في الجزائر لحلول فعالة لتوليد الكهرباء، خاصة في ظل تزايد الطلب على الطاقة واعتمادها على مصادر تقليدية غير مستدامة مثل الوقود الأحفوري. مع ازدياد الوعي البيئي والبحث عن بدائل نظيفة ومستدامة، برزت فكرة استخدام مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي كحل واعد لتلبية هذه الاحتياجات. وتميزت هذه الفكرة بمزاياها العديدة، منها:

- كفاءة عالية في توليد الكهرباء.
- انخفاض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.
- وفرة الغاز الطبيعي في الجزائر مما يجعل تكلفته منخفضة
- إمكانية دمجها مع تقنيات الطاقة المتجددة.

2. القيم المقترحة

1. تصميم وتركيب وصيانة مولدات الكهرباء.
2. سهولة الاستخدام وتقديم تنبيهات فورية عند حدوث نشاط غير طبيعي
3. خدمات التدريب والتأهيل للمستهلكين حول طريقة الاستعمال
4. أسعارنا التنافسية.
5. خدماتنا المميزة لعملائنا باستخدام أنظمة ذكية للتحكم والمراقبة لضمان تشغيل مولدات الكهرباء بأعلى كفاءة ممكنة
6. نعمل على تطوير المنتج بمتابعة أحدث التطورات في مجال الطاقة المتجددة ونعمل على دمجها مع مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي

3. فريق العمل

يتكون الفريق من اربعة طلبة:

الطالب 01: صديقي هيثم، قام بدورات في إطار حاضنة الاعمال لجامعة برج بوعريريج تخصص: كهر وميكانيك ويتمثل دوره في إدارة اعمال وحدات النقل

الطالب 02: خرفي بهاء الدين، قام بدورات في إطار حاضنة الاعمال لجامعة برج بوعريريج

تخصص: كهر وميكانيك ويتمثل دوره إدارة العامة (مدير تنفيذي)

الطالب 03: علي بلال، قام بدورات في إطار حاضنة الاعمال لجامعة برج بوعرييرج

تخصص: كهر وميكانيك ويتمثل دوره إدارة وتنظيم الموارد البشرية

الطالب 04: ساعد جرار صابر، قام بدورات في إطار حاضنة الاعمال لجامعة برج بوعرييرج

تخصص: كهر وميكانيك ويتمثل دوره إدارة وتسيير العلاقات الخارجية (تسويق إدارة الاعمال)

تخصص الفريق المتكون من الطلبة المذكورين اعلاه: كهر وميكانيك

خطة العمل كالتالي:

- ✓ دراسة شاملة على خطة العمل
- ✓ اقتناء كل المعدات ومستلزمات المشروع
- ✓ بداية العمل واخذ جميع الملاحظات المهمة
- ✓ تقييم مستمر للعمل والاطلاع على اهم التعديلات والتحسينات

4. أهداف المشروع

تُعدّ أهداف المشروع خطوة أساسية لضمان نجاحه، حيث تساعد على توجيه الجهود وتقييم التقدم

1. نسعى الى ان نصبح المنتج رقم واحد في الجزائر لإنتاج المولدات الكهربائية (التي تعمل بالغاز الطبيعي) المساهمة في تعويض انقطاع التيار الكهربائي
2. نستهدف 20% من سوق مولدات الكهرباء في الجزائر خلال 5 سنوات
3. تقليل التكلفة والتركيز على تطوير تصاميم أكثر كفاءة وتكلفة منخفضة لتقليل تكاليف التركيب والصيانة

5. جدول زمني لتحقيق المشروع :

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
								✓	✓	الدراسات الأولية، اختيار مقر الوحدة الإنتاجية، تجهيز الوثائق المطلوبة
							✓	✓		طلب التجهيزات من الخارج
					✓	✓	✓			اختيار مقر الإنتاج (المصنع) ومقر الإدارة
			✓	✓	✓					تركيب المعدات
			✓							شراء المواد الأولية
		✓								بداية انتاج اول منتج
	✓	✓								بداية تسويق و بيع اول منتج او خدمة

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

تُعدّ الابتكارات ضرورية لنجاح أي مشروع، وذلك من خلال تمييزه عن المنافسين وتقديم قيمة مضافة للعملاء.

1. نستخدم أحدث تقنيات مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي، والتي تتميز بكفاءتها العالية وانخفاض انبعاثاتها.
2. نستخدم أنظمة ذكية للتحكم والمراقبة لضمان تشغيل مولدات الكهرباء بأعلى كفاءة ممكنة.
3. نتابع أحدث التطورات في مجال الطاقة المتجددة ونعمل على دمجها مع مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي.
4. نعمل على بناء علاقات قوية مع عملائنا من خلال تقديم خدمة عملاء ممتازة.
5. ننظم فعاليات وورش عمل لعملائنا
6. نستخدم مختلف قنوات التسويق، مثل الإعلانات والمواقع الإلكترونية ووسائل التواصل الاجتماعي.
7. نشارك في المعارض التجارية والمؤتمرات.

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

1 عرض القطاع السوقي:

➤ السوق المحتمل:

- عدد الأفراد: يعتمد عدد الافراد التي من المحتمل أن تشتري مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي على عوامل مختلفة، مثل توفر شبكة الكهرباء ومعدل انقطاع التيار الكهربائي ومستوى دخل الأسرة
- عدد المؤسسات: يعتمد عدد المؤسسات التي من المحتمل أن تشتري مولدات الكهرباء التي تعمل بالغاز الطبيعي على عوامل مختلفة، مثل حجم المؤسسة وموقع المؤسسة (مؤسسات عامة وخاصة)

➤ السوق المستهدف (الشريحة):

نسعى الى الاندماج وشراكة مع بعض الشركات والمؤسسات الكبيرة(سونلغاز) القطاع العام: الحكومات والجهات العامة (البلديات الدوائر المستشفيات) القطاع الخاص: الشركات الناشئة المحلات (قرى نائية. منازل بيئية. مزارع فلاحية)

2. قياس شدة المنافسين:

لقياس شدة المنافسين في سوق المولدات الكهربائية في الجزائر، يمكن اتباع خطوات مفصلة تتناسب مع السوق المحلية وظروف العمل. فيما يلي خطة تفصيلية:

➤ تحديد المنافسين الرئيسيين

حدد من هم المنافسين الرئيسيين في سوق المولدات الكهربائية في الجزائر. يمكن أن تشمل هذه

القائمة:

- ✓ الشركات المحلية المصنعة للمولدات (فيجال اليكتريكال الجزائر)
- ✓ الشركات الدولية التي تستورد وتبيع المولدات في الجزائر (EL DJARISSI)
- ✓ العلامات التجارية المعروفة في السوق (DJARISSI)

➤ جمع المعلومات

جمع المعلومات حول المنافسين يمكن أن يتم من خلال:

- ✓ مواقع الويب الخاصة بهم.
- ✓ التقارير السنوية إن وجدت.
- ✓ المعارض التجارية والفعاليات الصناعية.
- ✓ المصادر الإعلامية والصحافة.
- ✓ المقابلات مع العملاء والموزعين

3. الاستراتيجية التسويقية

نعتد في تسويق منتجاتنا على استراتيجية اقل سعر لافضل جودة من خلال تخفيض هامش الربح وزيادة عدد المبيعات ، بالإضافة الى اعتمادنا على موقع الكتروني ومتاجر لتوزيع المنتجات وإدارة الطلبات وتوفير خدمات ما بعد البيع

كما تمتلك مؤسستنا رؤية تجارية تضع عملائنا في مركز اهتمامنا الأول، نحن نولي اهتماما كبيرا لاستيعاب احتياجات عملائنا ومعالجة انشغالاتهم بفعالية وسرعة، مما يعزز ثقتهم فينا ويؤكد على مصداقية منتجاتنا.

المحور الرابع :خطة الإنتاج والتنظيم

1.عملية الإنتاج: (بدون ترتيب)

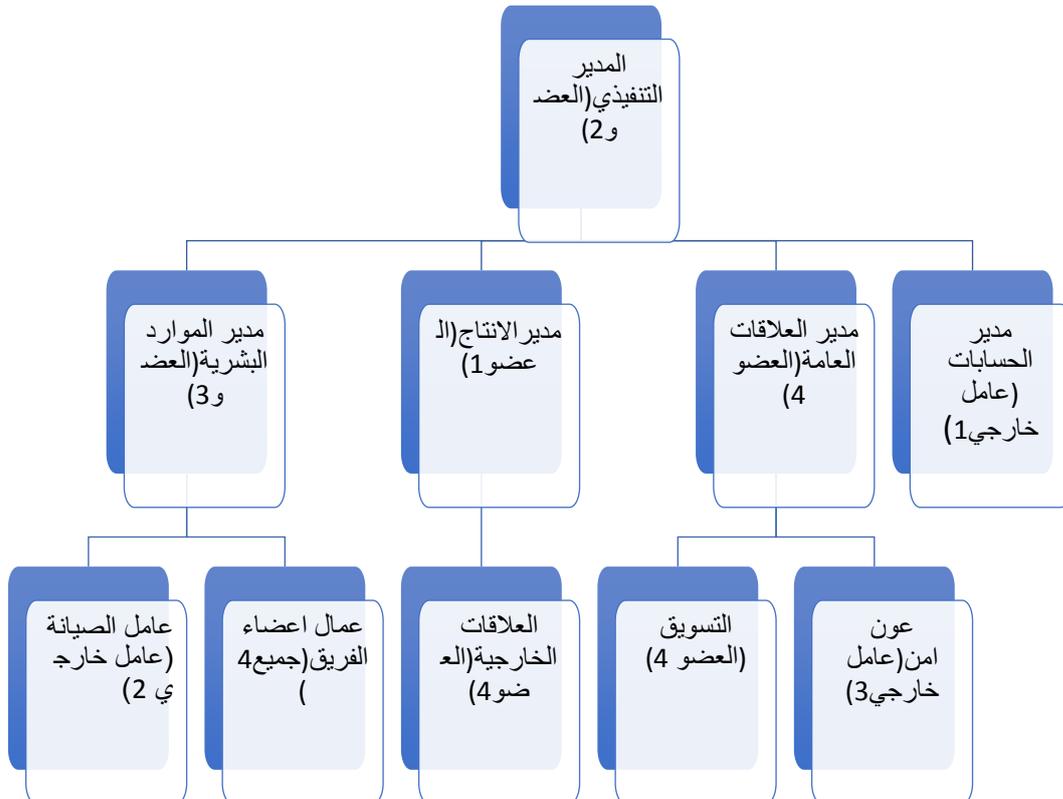
- اقتناء المواد الأولية
- التخطيط والتصميم
- تصنيع وتجميع الأجزاء
- اختبار والفحص الجودة
- التثبيت والصيانة

2.التمويل

نتعامل في عملية شراء المادة الأولية من شركات الاستيراد والتصدير ونقوم بالشراء بسعر الجملة وأيضا استخدام التكنولوجيا لدقتها في التصنيع بحيث هتان الميزتين تعتبران من أحد عوامل نجاح المشروع

3. اليد العاملة

يخلق مشروعنا حوالي 7مناصب عمل مباشر ويمكننا تقسيم المناصب فيما بيننا في الأعوام الأولى والمخطط التالي يشرح ذلك:



مخطط هيكلتي للعمال

العضو 1: صديقي هيثم

العضو 2: خرفي بهاء الدين

العضو 3: عليي بلال

العضو 4: ساعد جرار صابر

مع مرور الوقت مشروعنا يحتاج الى تخصصات دقيقة مثل مهندس اعلام الي ومهندس امن
صناعي وتقنيين العاملين على الأجهزة المتطورة

PLAN FINANCIER المحور الخامس: الخطة المالية

1. التكاليف والاعباء

تكاليف تأسيسية: عتاد الورشة، عتاد المكتب

تكاليف تشغيلية: اجرة العمال، الكراء، الاشهار

التكاليف(سنة)	القيمة (دج)
عتاد الورشة	500000.00
عتاد المكتب	200000.00
اجرة العمال	600000.00*7
الكراء	400000.00
اشهار	200000.00
المجموع	8500000.00

2. الميزانية الافتتاحية للمشروع:

المبالغ	الخصوم	المبالغ	الأصول
40.0000	الأموال الخاصة:	2.000.000	الأصول غير الجارية:
40.0000	راس المال	50.0000	كراء
3.500.000	الخصوم غير الجارية:	1.000.000	معدات نقل
3.500.000	قروض بنكية	50.0000	معدات والأدوات
1.150.000	الخصوم الجارية:	3.050.000	الأصول الجارية:
1.150.000	موردو مخزونات	40.0000	صندوق
		2.300.000	بضاعة
		35.0000	بنوك حسابات الجارية
5.050.000	مجموع الخصوم	5.050.000	مجموع الأصول

3. رقم الاعمال

3 رقم الاعمال ل	Prévision	Prévision	Realisation
Produit A			
Client	N	N+1	N+2
Quantité Produit A	100	250	500
Prix HT Produit A	100000.00	95000.00	80000.00
Ventes Produit A	10000000.00	23750000.00	40000000.00

المحور السادس : النموذج الاولي التجريبي



النموذج العملي للجهاز



الملحق 1

مخطط نموذج الاعمال التجاري
BMC

مخطط نموذج العمل التجاري

<p> الشراكات الرئيسية Key Partners</p> <p>الشركات الناشئة والباحثين عن الابتكار</p> <p>الشركات المصنعة للمواد الأولية الموردين</p> <p>المطورين العقاريين</p>	<p> الأنشطة الرئيسية Key Activities</p> <p>البحث والتطوير بشكل مستمر</p> <p>الإنتاج والتسويق المبيعات</p> <p>التوزيع والشحن</p> <p>خدمات ما بعد البيع</p>	<p> القيمة المقترحة Value Proposition</p> <p>تطوير مولد كهربائي يعمل بالغاز طبيعي</p> <p>بدلاً من البنزين</p> <p>تعويض الكهرباء في حالة انقطاعه</p> <p>جميع المنشآت التي تعمل بالكهرباء</p>	<p> العلاقات مع العملاء Customer Relationships</p> <p>العلاقة الشخصية</p> <p>المحتوى المساعد</p> <p>شيكات التواصل الاجتماعي</p>	<p> شرائح العملاء Customer Segments</p> <p>القطاع الاقتصادي مصانع - ورشات</p> <p>القطاع الصحي (مخابر - مستشفيات)</p> <p>القطاع العام (المنازل والمحلات)</p>
<p> تكاليف الإنشاء والتكيب</p> <p>تكاليف التسويق</p> <p>ثمن المواد الأولية وكراء مكان العمل</p> <p>تكاليف الخدمة ما بعد البيع</p> <p>اجور العمال</p>	<p> الموارد الرئيسية Key Resources</p> <p>الموارد المالية</p> <p>الموارد المادية (مواد أولية مكان العمل حاسوب جهاز مكتب ..)</p> <p>الموارد البشرية (فريق العمل)</p>	<p> القنوات Channels</p> <p>وسيط و مندوب مبيعات</p> <p>البيع مباشر عبر متجر خاص</p> <p>وسائل التواصل الاجتماعي</p>	<p> مصادر الإيرادات Revenue Streams</p> <p>بيع الجهاز بالجملة والتجزئة</p> <p>بيع قطع الغيار ولواحق المنتج</p> <p>خدمات الصيانة والإصلاح بعد الضمان</p>	<p> هيكل التكاليف Cost Structure</p>

